

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TÉRMICA Y DE FLUIDOS



INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PROYECTO FIN DE CARRERA

**ESTUDIO, INSTALACIÓN Y ANÁLISIS DE UNA  
MONITORIZACIÓN PARA UNA INSTALACIÓN  
SOLAR TÉRMICA EN UNA BODEGA DE VINOS**

Autor:  
Director:  
Tutor:

GUILLERMO PARRA SHEEHAN  
JORGE RODRÍGUEZ MORO  
PEDRO ACISCLO RODRÍGUEZ AUMENTE

DICIEMBRE 2009



# Índice

---

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
1.1	<i>Justificación del proyecto.....</i>	<i>9</i>
1.2	<i>Objetivos .....</i>	<i>10</i>
1.3	<i>Estructura del proyecto .....</i>	<i>10</i>
<b>2</b>	<b>Introducción a instalaciones solares térmicas.....</b>	<b>13</b>
2.1	<i>Radiación solar .....</i>	<i>14</i>
2.2	<i>Funcionamiento de instalaciones solares térmicas .....</i>	<i>17</i>
2.3	<i>Componentes .....</i>	<i>18</i>
2.3.1	Colector .....	18
2.3.2	Fluido .....	20
2.3.3	Tubería .....	21
2.3.4	Aislamiento .....	21
2.3.5	Intercambiador .....	21
2.3.6	Acumulador .....	22
2.3.7	Bomba.....	23
2.3.8	Vaso de expansión .....	23
2.3.9	Controlador .....	24
2.3.10	Otros .....	24
2.4	<i>Circuitos .....</i>	<i>24</i>
2.4.1	Circuito de carga .....	24
2.4.2	Acumulación .....	25
2.4.3	Circuito de descarga .....	25
2.5	<i>Aplicaciones .....</i>	<i>25</i>
2.5.1	ACS.....	25



2.5.2	Calefacción.....	26
2.5.3	Piscinas .....	26
2.5.4	Refrigeración solar.....	26
2.5.5	Procesos industriales .....	27
2.6	<i>Marco regulador.....</i>	<i>27</i>
2.6.1	CTE.....	27
2.6.2	RITE.....	28
<b>3</b>	<b>Conceptos de monitorización.....</b>	<b>29</b>
3.1	<i>Monitorización: Niveles de monitorización .....</i>	<i>29</i>
3.2	<i>Componentes .....</i>	<i>30</i>
3.2.1	Instrumentos de medida .....	30
3.2.1.1	Temperatura.....	31
3.2.1.2	Volumen .....	32
3.2.1.3	Caudal.....	32
3.2.1.4	Calor .....	33
3.2.1.5	Presión .....	33
3.2.1.6	Radiación .....	34
3.2.1.7	Velocidad del viento.....	34
3.2.2	Controlador .....	35
3.2.3	Grabación de datos.....	35
3.2.3.1	Datalogger .....	35
3.2.4	Comunicaciones .....	36
3.2.4.1	Módem analógico .....	36
3.2.4.2	Módem GSM / GPRS .....	36
3.2.4.3	Ethernet.....	36
3.2.5	Visualización de datos.....	36
3.2.5.1	Visualización en el controlador .....	37
3.2.5.2	Paneles de visualización .....	37
3.2.5.3	Visualización en tiempo real en PC.....	37
3.3	<i>Parámetros con posibilidad de monitorizar .....</i>	<i>38</i>
3.3.1	Aprovechamiento .....	38
3.3.2	Eficiencia .....	38
3.3.3	Cobertura solar .....	39
3.3.4	Eficiencia eléctrica .....	39
3.3.5	Coste de la energía térmica de origen solar .....	39
3.3.6	Período de recuperación de inversión .....	39
3.4	<i>Criterios para selección de sistema de monitorización.....</i>	<i>40</i>
3.4.1	Características del sistema .....	40



3.4.2	Finalidad de la monitorización .....	40
3.4.3	Calificación del personal y tiempo necesario para recogida y análisis de datos .....	40
3.4.4	Costes .....	41
<b>4</b>	<b>Instalación solar a monitorizar .....</b>	<b>43</b>
4.1	<i>Empresa de ingeniería.....</i>	<i>44</i>
4.2	<i>Coordenadas geográficas.....</i>	<i>44</i>
4.3	<i>Legislación aplicable .....</i>	<i>45</i>
4.4	<i>Descripción de la instalación solar.....</i>	<i>46</i>
4.4.1	Dimensionado de la instalación solar .....	47
4.4.2	Medidas de mejoras del proceso tecnológico.....	47
4.4.3	Demanda térmica y energía disponible .....	47
4.4.4	Programa de cálculo y resultados energéticos .....	49
4.4.5	Circuito primario .....	50
4.4.5.1	Campo de colectores solares .....	50
4.4.5.2	Ubicación .....	51
4.4.5.3	Orientación e inclinación .....	51
4.4.5.4	Sombras .....	52
4.4.5.5	Estructura de fijación .....	52
4.4.5.6	Sala de máquinas .....	53
4.4.5.7	Tubería del circuito primario.....	53
4.4.5.8	Aislamiento térmico .....	54
4.4.5.9	Dispositivos de seguridad .....	55
4.4.5.10	Vaso de expansión del primario .....	55
4.4.5.11	Fluido caloportador .....	56
4.4.5.12	Protección contra heladas .....	56
4.4.5.13	Kit del primario .....	57
4.4.5.14	Bypass.....	59
4.4.5.15	Aerotermo .....	59
4.4.5.16	Intercambiador de calor del circuito primario .....	59
4.4.5.17	Sistema de regulación y control del kit primario .....	60
4.4.5.18	Lógica de control .....	61
4.4.6	Circuito secundario .....	62
4.4.6.1	Depósito solar.....	62
4.4.6.2	Tubería del circuito secundario .....	63
4.4.6.3	Vaso de expansión.....	63
4.4.7	Sistema de producción de agua caliente .....	63



4.4.7.1	Bomba de circulación de la estación de AC .....	65
4.4.7.2	Regulación del proceso.....	65
4.4.7.3	Compatibilidad con el sistema de energía auxiliar .....	65
4.5	<i>Justificación del interés público de la instalación .....</i>	<i>66</i>
4.6	<i>Otros consumos .....</i>	<i>66</i>
<b>5</b>	<b>Instalación de monitorización .....</b>	<b>69</b>
5.1	<i>Elementos de la instalación.....</i>	<i>70</i>
5.2	<i>Elementos propios de la monitorización .....</i>	<i>70</i>
5.2.1	Sensor de radiación .....	70
5.2.2	Sensor de temperatura exterior .....	71
5.2.3	Datalogger .....	71
5.2.4	Gateway .....	73
5.3	<i>Parámetros.....</i>	<i>74</i>
5.3.1	Calor entregado por el circuito solar .....	74
5.3.2	Temperatura de campo de colectores .....	75
5.3.3	Aprovechamiento .....	75
5.3.4	Eficiencia .....	75
5.3.5	Cobertura solar .....	76
5.3.6	Eficiencia eléctrica .....	77
5.3.7	Coste de la energía térmica de origen solar .....	77
5.3.8	Período de recuperación de inversión .....	77
5.4	<i>Hoja de cálculo .....</i>	<i>78</i>
<b>6</b>	<b>Análisis de datos .....</b>	<b>79</b>
6.1	<i>Análisis en detalle de 4 días consecutivos .....</i>	<i>80</i>
6.1.1	Temperatura ambiente.....	83
6.1.2	Temperatura máxima de colector.....	83
6.1.3	Temperatura de depósitos .....	83
6.1.4	Radiación .....	84
6.1.5	Energía .....	84
6.1.6	Cambio de prioridad .....	85
6.1.7	Funcionamiento del aerotermo .....	85
6.2	<i>Análisis del periodo completo .....</i>	<i>88</i>
6.2.1	Irradiación diaria (kWh/m2).....	88
6.2.2	Energía solar diaria (kWh) .....	88
6.2.3	Aportado solar .....	89
6.2.4	Eficiencia .....	89
6.2.5	Energía recuperada .....	89
6.2.6	Energía total instalación .....	90



6.2.7	Energía total necesaria.....	90
6.2.8	Rendimiento del circuito colector .....	94
6.2.9	Fracción solar .....	95
6.2.10	Eficiencia eléctrica .....	96
6.3	<i>Comparativa entre datos estimados en proyecto y datos reales.....</i>	<i>97</i>
6.3.1	Comparativa de radiación .....	98
6.3.2	Comparativa de la demanda .....	98
6.3.3	Comparativa de la energía solar aportada .....	98
6.3.4	Comparativa de la energía recuperada del proceso 1 .....	98
<b>7</b>	<b>Análisis económico de la instalación de monitorización.....</b>	<b>99</b>
<b>8</b>	<b>Conclusiones y trabajos futuros .....</b>	<b>101</b>
8.1	<i>Conclusiones del análisis .....</i>	<i>101</i>
8.1.1	Análisis en detalle de 4 días .....	101
8.1.2	Análisis del periodo completo .....	101
8.1.3	Comparativa entre ingeniería y datos recogidos .....	102
8.2	<i>Mejoras propuestas .....</i>	<i>102</i>
8.2.1	Mejoras en la monitorización.....	102
8.2.2	Mejoras en la instalación .....	102
8.3	<i>Trabajos futuros.....</i>	<i>103</i>
<b>9</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>105</b>
<b>10</b>	<b>Nomenclatura.....</b>	<b>107</b>
<b>11</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>109</b>





# 1 Introducción

---

## 1.1 Justificación del proyecto

En los últimos años se ha producido un aumento considerable del uso de instalaciones solares térmicas, debido principalmente a la concienciación social por la emisión de gases de efecto invernadero, el aumento de los precios de los combustibles fósiles, nuevas leyes que obligan a que los nuevos edificios incluyan este tipo de instalación y la rentabilidad probada que éstas suponen.

Debido a que las instalaciones solares térmicas suelen venir acompañadas de un sistema convencional para garantizar la satisfacción de la demanda energética, el usuario no es consciente de qué cantidad de energía empleada, por ejemplo para calentar el agua sanitaria de una vivienda, es de origen solar o convencional. Sólo gracias a la factura de la compañía eléctrica o de gas o la disminución de la cantidad de gasoil que tenga en el depósito puede hacerse el usuario una idea de la cantidad de energía convencional que ahorra gracias a la instalación solar térmica o una idea de la probabilidad de un fallo en la instalación.

Así pues con el objetivo de tener información del funcionamiento se emplea la monitorización de las instalaciones solares térmicas.

La monitorización de una instalación térmica aportará una cantidad de información u otra en función del tamaño, tipo, complejidad, uso, precio de la instalación así como de la preparación del personal que pudiera realizar seguimiento del funcionamiento de la instalación solar térmica.

En este proyecto se describe como a partir de una instalación solar térmica para la producción de agua caliente para un proceso industrial de embotellado de vino implantada meses atrás, se estudian las diferentes posibilidades de monitorización, se eligen los componentes que la formarán, se instala y posteriormente se analiza la información recogida por la misma.

## 1.2 Objetivos

Los objetivos principales del proyecto serán dos, estos estarán acompañados de unos objetivos secundarios que permitirán la consecución de los principales. Los objetivos principales serán:

- Diseño e implantación de un sistema de monitorización para una instalación solar térmica
- Análisis de los resultados obtenidos del mismo, que sirvan de referencia para futuros proyectos.

Para el desarrollo del proyecto y consecución de los objetivos principales se plantearon los siguientes objetivos:

- Adquisición de conocimientos de monitorización de sistemas solares térmicos.
- Análisis de la instalación a monitorizar
- Diseño de un sistema de monitorización acorde a la instalación
- Instalación de dicho sistema de monitorización en la instalación
- Análisis e interpretación de los resultados durante un periodo de tiempo
- Descripción de futuros trabajos que se crean necesarios.

## 1.3 Estructura del proyecto

El presente trabajo se divide en ocho capítulos, a lo largo de los cuales se describe la necesidad, el diseño, la instalación y los resultados obtenidos por la monitorización objeto.

El primer capítulo es la presente introducción.

A continuación, el capítulo dos, resume el funcionamiento, los componentes y los usos que tienen las instalaciones solares térmicas.

El capítulo tres se ocupa de describir los tipos de monitorización que existen, los componentes que la forman, los parámetros que registran, así como los criterios que se emplean para la selección de la monitorización.



El cuarto capítulo describe la instalación solar térmica objeto de la monitorización. El presente trabajo se inició pocos meses después de que se hubiera completado la ejecución de dicha instalación.

El capítulo cinco de este proyecto desarrolla la selección del tipo de monitorización, los parámetros que formarán parte de la misma así como los parámetros que estudiará, específicos para la instalación del cuarto capítulo, así como los pasos para la instalación de la monitorización.

El sexto capítulo recoge el estudio realizado sobre los datos recogidos por la monitorización, meses después de su instalación. En el estudio se observará la evolución de los diferentes parámetros a lo largo de los meses de los que se dispone de datos, haciendo especial hincapié en algunos días para así observar en detalle la evolución horaria de los parámetros y las diferencias entre la evolución de los mismos en función de la variabilidad de la demanda a lo largo de los días de la semana.

El séptimo capítulo describe en términos económicos los costes que suponen el conjunto del proyecto de instalación de monitorización.

Por último, el octavo capítulo recoge las conclusiones obtenidas a partir de los resultados de los capítulos anteriores y se proponen una serie de trabajos futuros.



## 2 Introducción a instalaciones solares térmicas

---

Las instalaciones solares térmicas tienen como objetivo el aprovechamiento de la radiación solar mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos. Las aplicaciones más extendidas son el calentamiento de agua sanitaria y precalentamiento para procesos industriales, aunque se puede emplear para otro tipo de usos como climatización, ya sea para apoyo calefacción, calentamiento piscinas o refrigeración por absorción.

Se puede afirmar que el aprovechamiento de la energía solar térmica es una tecnología madura y fiable. Las inversiones realizadas en general son amortizables sin la necesidad de subvenciones, y que trata de una alternativa respetuosa con el medio ambiente. Adicionalmente supone para la economía en Europa una alternativa energética y laboral, ya que las inversiones en este tipo de instalación, además de ser rentables y ecológicas, son destinadas a la creación de puestos de trabajo locales, en lugar de destinarse a combustibles importados.

En los últimos años, en España, se viene produciendo un aumento notable de instalaciones de energía solar térmica debido, por una parte, a la mayor sensibilidad social y política hacia temas medioambientales y, por otra, a la continua mejora y reducción de costes de los sistemas solares térmicos. Con la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) en marzo de 2007, y según lo especificado en su Documento Básico HE - Ahorro de energía, todas las nuevas construcciones están obligadas a instalar sistemas de aprovechamiento de energía solar térmica. Esta norma, sin duda, supone un impulso definitivo a esta tecnología, en un país que, a pesar de la abundante

radiación que recibe, tiene menos instalaciones por habitante que otros países europeos en los que la radiación es considerablemente menor (Austria y Alemania) o de radiación similar pero económicamente menos desarrollados (Grecia y Chipre), como se puede observar en la Figura 2.1 .

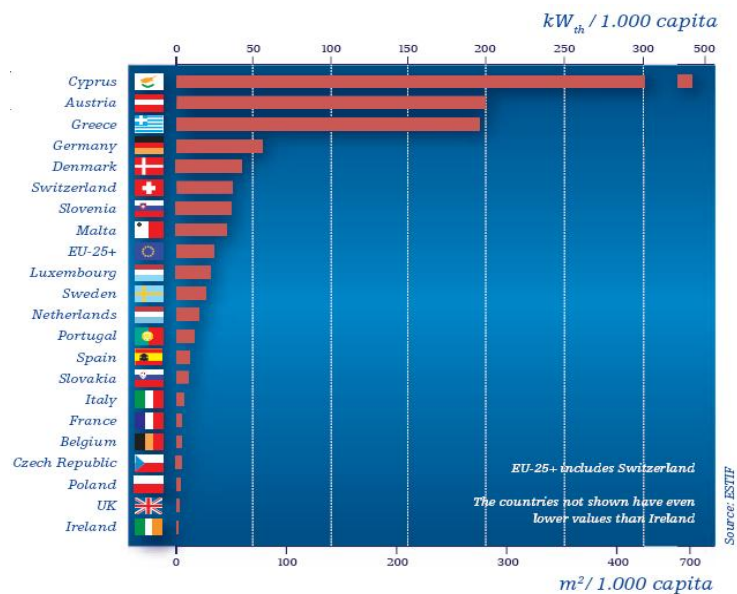


Figura 2.1 Potencia instalada por cada 1000 habitantes en UE25 + Suiza (2006) Fuente: ESTIF

## 2.1 Radiación solar

La radiación solar es la principal fuente de energía del planeta. Produce energía en forma de radiación electromagnética (radiación solar), que es la fuente energética básica para la vida en la Tierra. El origen de esta energía está en el interior del sol, donde tienen lugar las reacciones de fusión por la que cuatro átomos de hidrógeno dan lugar a dos átomos de helio, es decir, el sol se comporta como un reactor de fusión a 150 millones de kilómetros de distancia. Debido a esta gran distancia entre el sol y la Tierra, la radiación solar en la superficie terrestre es sólo una pequeña parte de la emitida por el sol ( $3,86 \cdot 10^{26}$  W que, por unidad de superficie del sol es  $6,35 \cdot 10^7$  W/m<sup>2</sup>). En concreto, al planeta Tierra llegan como valor medio en torno a 1.400 W/m<sup>2</sup>, lo que se denomina constante solar.

Se puede definir la constante solar como la cantidad de energía solar que por unidad de tiempo incide perpendicularmente sobre una superficie de área unitaria colocada fuera de la atmósfera terrestre a una distancia del Sol igual a la distancia promedio Sol-Tierra. Como referencia radiométrica mundial, utilizado y aceptado en los libros de ingeniería solar (véase bibliografía 1), esta constante es 1.367 W/m<sup>2</sup>. La intensidad de la radiación solar que llega a la superficie de la atmósfera terrestre se reduce por varios factores variables, entre ellos, la absorción de la radiación, en intervalos de longitud de onda específicos, por los gases de la atmósfera, dióxido de carbono, ozono, etc., por

el vapor de agua, por la difusión atmosférica por partículas de polvo, moléculas y gotitas de agua, por reflexión de las nubes y por la inclinación del plano que recibe la radiación respecto de la posición normal de la radiación que dependerá a su vez de la latitud, hora del día y día del año.

En el mapa de la Figura 2.2 se puede ver un mapa del continente europeo con la radiación global anual recibida en la superficie terrestre en el ángulo de incidencia óptimo fijo. Como se explicaba anteriormente, ésta depende de la latitud, altitud, meteorología e incluso de la geometría del horizonte. Los datos de radiación de una ubicación son imprescindibles para el diseño de una instalación solar térmica.

Dentro de España las variaciones de radiación son claramente perceptibles, por ello el código técnico de la edificación, CTE en adelante, no

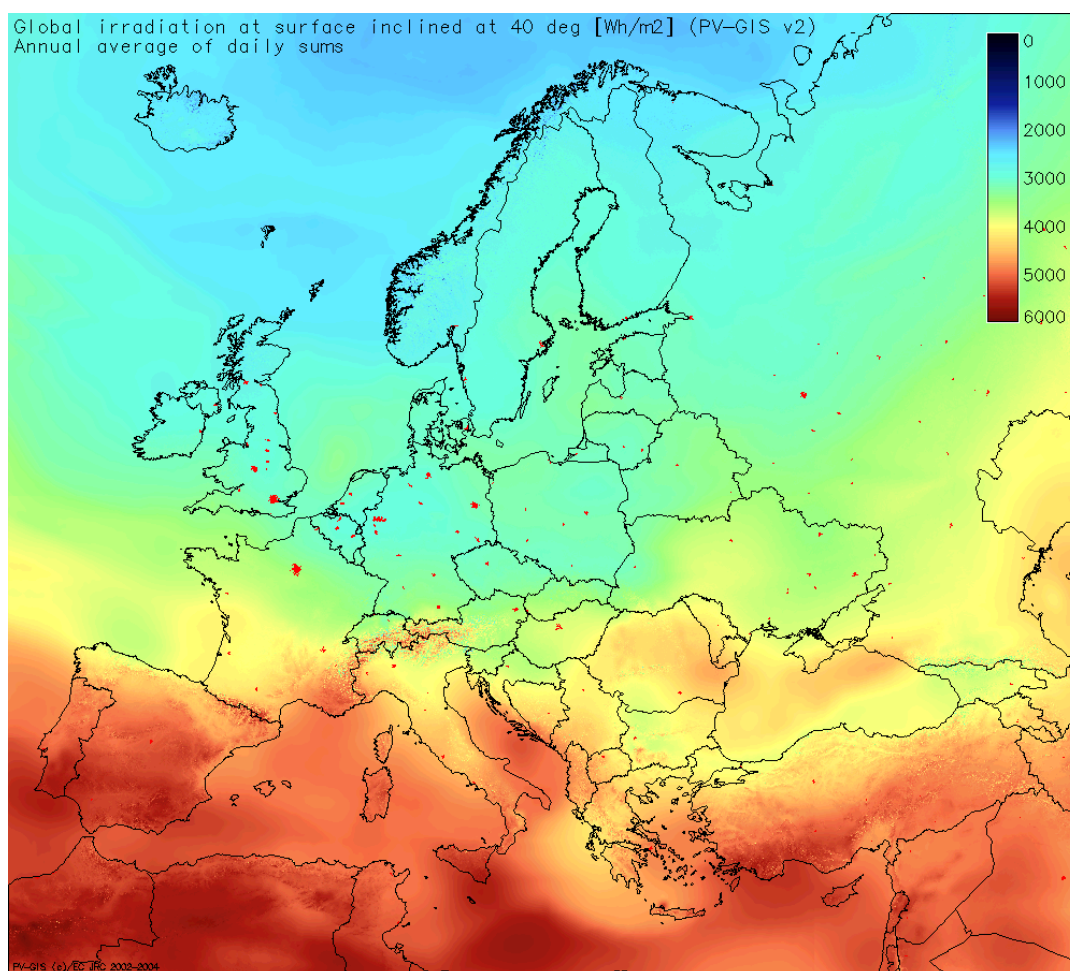


Figura 2.2 Mapa de Europa de radiación media diaria sobre superficie inclinada a 40°

Fuente: PVGIS © European Communities, 2001-2007

tiene las mismas exigencias para todo el país sino que diferencia por zonas climáticas. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indican en la tabla de la Figura 2.3.

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Figura 2.3 Intervalos de radiación global anual que definen las zonas climáticas del CTE. Fuente: CTE

Las cinco zonas climáticas del CTE se pueden observar en el mapa de la Figura 2.4.

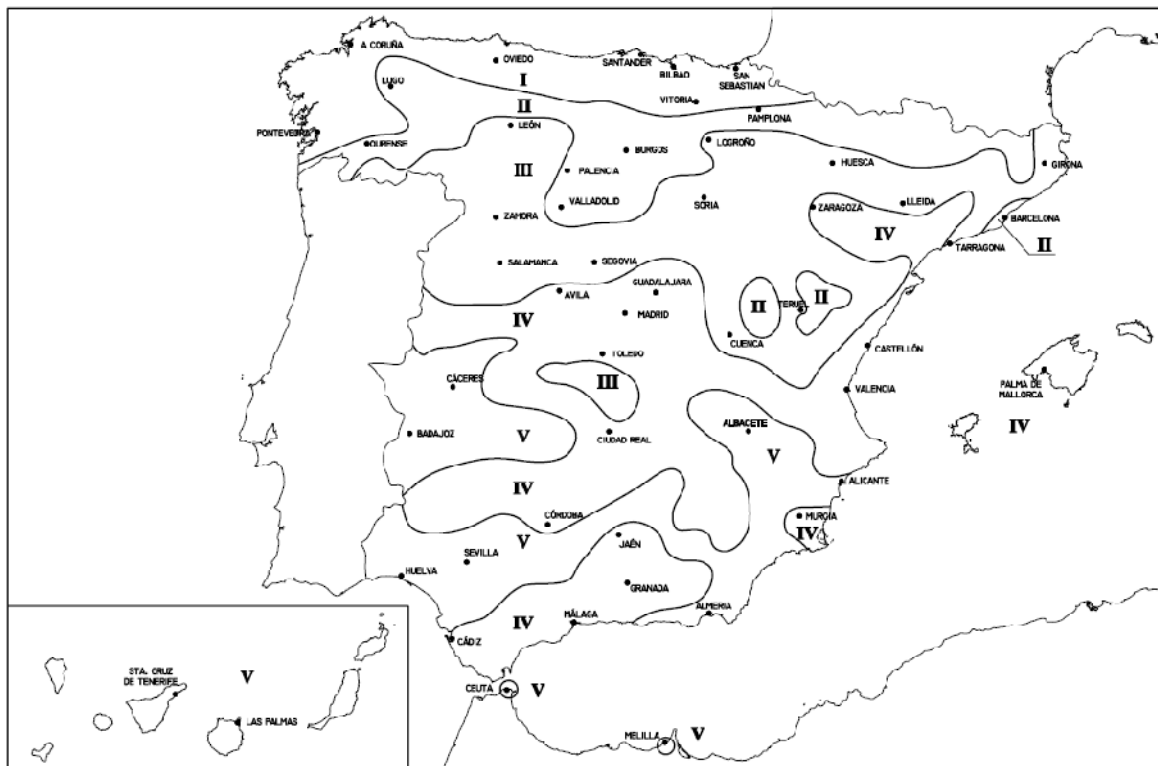


Figura 2.4 Mapa de las zonas climáticas del CTE. Fuente: CTE



## 2.2 Funcionamiento de instalaciones solares térmicas

Esquemáticamente un sistema de energía solar térmica funciona de la siguiente manera: el colector capta la radiación solar, absorbiendo su energía en forma de calor, a través del panel solar se hace circular un fluido, de manera que buena parte del calor absorbido por el panel es transferido a dicho fluido, éste eleva su temperatura y transporta el calor para que sea almacenado o consumido directamente. El fluido puede circular tanto por el funcionamiento de bombas como por convección natural. Este último sistema se reserva a sistemas pequeños como se ve en la Figura 2.5.

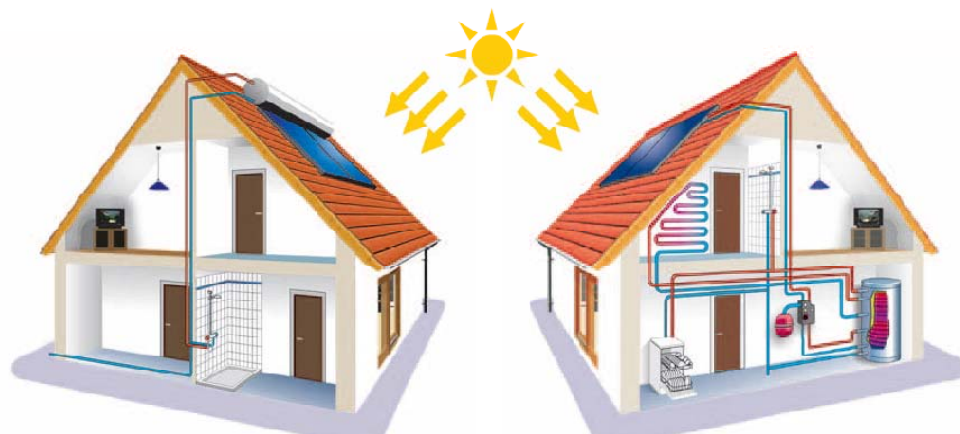


Figura 2.5 En la vivienda de la izquierda se puede ver un equipo compacto que funciona por circulación natural y en la de la derecha un equipo con grupo de bombeo (circulación forzada)

En cuanto a las instalaciones, se pueden encontrar desde equipos compactos para dotar de agua caliente sanitaria a una casa unifamiliar, hasta instalaciones más complejas con fluidos caloportadores, intercambiadores de calor, grandes depósitos de acumulación, etc. En una vivienda unifamiliar se puede optar entre diferentes configuraciones como se puede apreciar también en la Figura 2.5.

Las aplicaciones más extendidas de esta tecnología son el calentamiento de agua sanitaria (ACS), la calefacción por suelo radiante y el precalentamiento de agua para procesos industriales. Otras aplicaciones son el calentamiento de agua para piscinas cubiertas o a la intemperie y usos emergentes como el de climatización alimentando a bombas de absorción, estas últimas aplicaciones tienen la ventaja de tener una demanda en fase con la radiación, es decir, los meses de mayor radiación son aquellos en los que más se necesita para estas

aplicaciones. En la Figura 2.6 se puede observar el campo de colectores de una instalación grande para la producción de ACS.



Figura 2.6 Campo de colectores en instalación en Madrid. Foto: © M. L. Tonnar

## 2.3 Componentes

A continuación se hace una descripción básica de los componentes que suelen formar una instalación solar térmica. El número de cada uno de ellos que hay en una instalación es variable y depende de varios factores. Se hace una descripción de las funciones de los componentes más importantes en mismo orden en el que circula el calor dentro de la instalación.

### 2.3.1 Colector

Los colectores deben ser sin duda los elementos más importantes de la instalación ya que dentro del sistema solar es la fuente de energía. Su función es recoger la radiación solar y transformarla en calor para que sea transmitida al fluido. En el mercado existen dos tipos de colector: los colectores planos y los colectores de tubo de vacío.

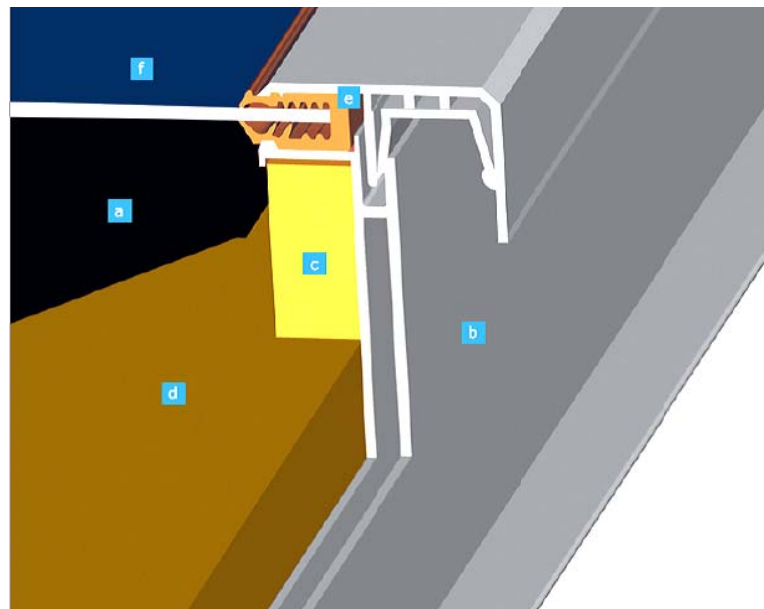


Figura 2.7 Detalle de interior de un colector plano. a) absorbedor b) marco c) aislante d) aislante posterior e) junta f) vidrio Fuente: SunTechnics

El funcionamiento es el mismo para ambos, la radiación entra directamente a través del vidrio para incidir en el absorbedor, una capa de material antirreflectante, que aumenta su temperatura. El absorbedor envuelve tuberías por las que circula el fluido y por conducción le transmite el calor a éste. Adicionalmente, el colector está provisto de un marco, juntas y aislantes que tienen como función disminuir al máximo la transmisión de calor del interior del colector al ambiente. La Figura 2.7 muestra el interior de un colector plano.

Para poder entender cómo se desenvuelve un colector en una instalación, habrá que conocer como mínimo las siguientes características: Rendimiento, rendimiento óptico, coeficientes lineal y cuadrático de pérdidas térmicas, coeficiente global de pérdidas térmicas y área útil del colector. Estas variables dependerán a su vez del factor de eficiencia del captador, la transmitancia de la cubierta y la absorptancia del absorbedor.

El rendimiento es la cantidad de energía en forma de calor que es aportada al fluido entre la energía en forma de radiación recibida por el colector. El rendimiento de un colector depende principalmente de la calidad del vidrio (máxima transparencia, mínimo reflejo), la capacidad del absorbedor para recoger radiación y el aislamiento del conjunto. Además de las cualidades mencionadas que dependen del fabricante, también hay que añadir la radiación y las temperaturas de entrada del agua y media del propio colector, que dependerá de cómo se diseñe la instalación, y el mantenimiento.

Por ello la representación matemática del rendimiento de un colector más habitual (EN 12975) es la que se puede observar en la Ecuación 1:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \frac{(T_m - T_a)}{E_g} - a_2 \frac{(T_m - T_a)^2}{E_g}$$

Ecuación 1

Las curvas de rendimiento representan el rendimiento del colector en función de la temperatura.  $a_1$  y  $a_2$  son respectivamente los coeficientes lineal y cuadrático de pérdidas térmicas y  $\eta_0$  es el rendimiento óptico del colector, todas ellas dependientes del tipo de colector. También influyen las temperaturas media y ambiente así como la radiación global, que dependen de las condiciones ambientales del campo de colectores. Para simplificar se suele representar esta fórmula en curvas características de rendimiento. Éstas pueden ser en función de la diferencia de temperaturas ambiente (véase Figura 2.8) y

del captador o en función del cociente de la misma diferencia entre la irradiancia.

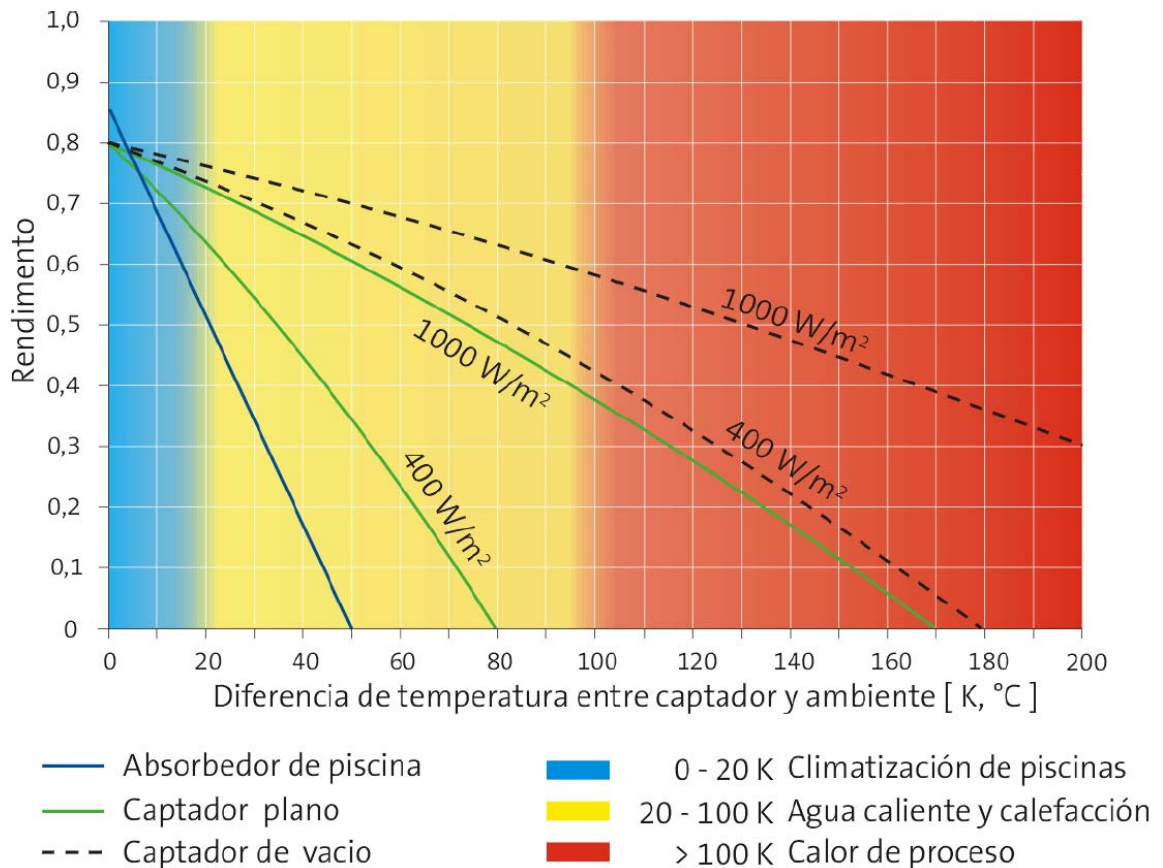


Figura 2.8 Curvas de rendimiento para colectores planos, de vacío y absorbedores de piscina genéricos  
Fuente: Solarpraxis AG

### 2.3.2 Fluido

El fluido se encarga de recoger el calor del colector para ser usado directamente o para que se acumule. Los requisitos que tiene que cumplir un fluido son un elevado calor específico, buena conductividad térmica, bajo punto de fusión, alto punto de ebullición, químicamente estable con componentes habituales en una instalación, no corrosivo, bajo coste... En ocasiones el fluido escogido es el agua que cumple con la mayoría de los requisitos y además tiene un coste muy bajo, pero es más habitual que se use una mezcla de agua con otros fluidos como puede ser el glicol. Según la concentración de la mezcla se consigue bajar el punto de fusión y elevar el punto de ebullición en mayor o menor grado protegiendo así la instalación de posibles roturas debido a la

congelación del fluido así como de la formación de vapor que provoca pérdida de rendimiento.

### 2.3.3 Tubería

Las tuberías se encargan de establecer una vía de comunicación para el fluido entre los diferentes componentes del sistema. Su diseño dependerá del caudal de fluido a transportar. Un buen diseño del recorrido de la tubería puede ahorrar longitud de la misma, ya que tiene un coste significativo dentro del conjunto de la instalación.

En el circuito solar han de soportar temperaturas de hasta 150 °C o incluso mayores, han de ser compatibles con el fluido de trabajo, tener un bajo coeficiente de dilatación y tener estabilidad en las uniones. El CTE prohíbe tuberías que no sean de cobre o acero inoxidable en el circuito primario.

### 2.3.4 Aislamiento

Para que el calor absorbido por los colectores se transporte de la manera más eficiente posible es imprescindible que se instale un aislamiento ininterrumpido a lo largo de todo el circuito primario. Los aislamientos han de resistir las mismas temperaturas que las tuberías. Los materiales además de tener una baja conducción térmica, deberán tolerar los efectos del medio ambiente en caso de estar situado en exterior.

### 2.3.5 Intercambiador

Los intercambiadores son el principio y/o final de cada circuito. La función del intercambiador es ceder calor de un circuito a otro sin que haya contacto entre sus fluidos. Son necesarios cuando el fluido usado es una mezcla de agua y glicol. La potencia de un intercambiador depende del coeficiente de película, el área de intercambio y la diferencia de temperatura entre los fluidos de ambos medios. En instalaciones solares térmicas se pueden diferenciar dos tipos de intercambiador según donde está situado:

El intercambiador interno, es un serpentín colocado en el interior de un acumulador, por él circula el fluido y cede o absorbe calor al/del fluido que rellena el acumulador. La superficie del intercambiador puede ser lisa o aleteada.

El intercambiador externo es un elemento por el que circulan fluidos a contracorriente de dos circuitos diferentes pasando el calor de uno a otro. Los intercambiadores pueden ser de haz de tubos o de placas.

### 2.3.6 Acumulador

Los acumuladores son depósitos en los que se almacena la energía en forma de calor. Están rellenos de agua, generalmente, que aumenta su temperatura gracias a la energía cedida por el intercambiador o directamente por los colectores. En caso de que el agua que se acumule sea directamente la de consumo (ACS), el acumulador deberá estar protegido contra la corrosión por ser agua circulante. En los demás casos, el acumulador almacena agua de inercia que cede el calor a la de consumo a través de otro intercambiador, siendo la necesidad de protección menor por ser siempre la misma agua la que ocupa el depósito. Otra de las funciones del acumulador es la estratificación: el



Figura 2.9 Acumulador con intercambiador interno (circuito solar) y externo (circuito de consumo) en un acumulador. Fuente: SunTechnics

agua almacenada puede estar a diferentes temperaturas por lo que en la parte más alta del acumulador se situará el agua menos densa (la que está a mayor temperatura) y en la parte inferior se situará el agua más densa (a menor temperatura). Gracias a la estratificación se aumenta el rendimiento de la instalación, ya que a la parte inferior del acumulador se conectan las tuberías de salida del circuito solar y en la parte central la entrada del circuito solar y en la parte superior la salida a consumo. La acumulación puede hacerse en un solo depósito o en más y para ayudar a la estratificación se puede disponer de una que inserten la entrada del circuito solar a la altura ideal del depósito en función de la temperatura del fluido. En la Figura 2.9 se puede observar un acumulador con serpentín e intercambiador exterior.



### 2.3.7 Bomba

A excepción de en aquellos equipos compactos en los que el agua circula por convección natural, el sistema ha de estar dotado de bombas para la circulación del agua. Se sitúan normalmente en la parte del circuito que esté a menor temperatura de cada circuito. Al tratarse por lo general de circuitos cerrados, la bomba ha de diseñarse para vencer la pérdida de carga del circuito. También existen sistemas en los que se tiene un depósito para el vaciado de los colectores para protegerlos frente a heladas denominados “drainback”, en estos sistemas, las bombas han de vencer la altura máxima de los colectores además de las pérdidas de carga.

### 2.3.8 Vaso de expansión

La función de un vaso de expansión es compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por dilatación térmica. Se trata de un depósito con una membrana que tiene en su interior que se dilata al expandirse el fluido, al otro lado de la membrana hay gas a la presión del circuito. Se tiene que instalar un vaso de expansión en cada uno de los circuitos cerrados que tenga el sistema. En caso de que no se instale uno, se perdería el fluido por la válvula de seguridad (debido a la expansión térmica del fluido) y podría entrar aire en el circuito cuando este se enfría. En la Figura 2.10 se pueden observar los diferentes estados en los que se puede encontrar un vaso de expansión en función del estado del circuito.

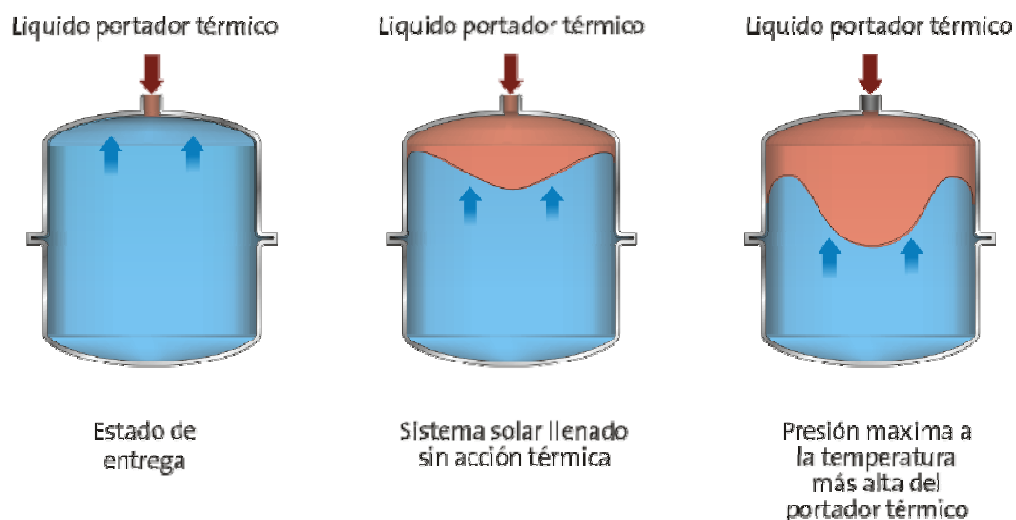


Figura 2.10 Esquema de funcionamiento de un vaso de expansión  
Fuente: Solarpraxis

### 2.3.9 Controlador

El controlador es un sistema lógico automatizado que gracias a algunos sensores situados en la instalación es capaz de activar o desactivar bombas, abrir y cerrar válvulas para el correcto funcionamiento del sistema. Como mínimo, en un sistema forzado, compara las temperaturas del campo de colectores y del acumulador para encender o apagar el grupo de bombeo. Adicionalmente puede tener funciones de protección contra sobrecalentamientos, controlar más de un campo de colectores y/o más de un depósito. Una instalación perfectamente diseñada y ejecutada no funciona si tiene el controlador mal configurado, por lo tanto es una pieza clave en la instalación. En la Figura 2.11 se observa el panel de control de un controlador simple.



Figura 2.11 Detalle de pantalla de un controlador  
Fuente: SunTechnics

### 2.3.10 Otros

Adicionalmente existirán otros elementos como estructuras para sujeción de los colectores, que permiten la colocación de los colectores a una inclinación óptima, válvulas de corte, de llenado, de seguridad, purgadores que permiten que la instalación funcione debidamente.

## 2.4 Circuitos

Una vez descritos los componentes principales, se describen los circuitos que suelen formar una instalación solar térmica.

### 2.4.1 Circuito de carga

El circuito de carga, primario o solar es aquel que proporciona energía al circuito de acumulación. Es el único circuito exclusivo de solar térmica. Está compuesto por el campo de colectores, tuberías, grupo de bombeo (si es de circulación forzada), vaso de expansión e intercambiador. La temperatura del fluido

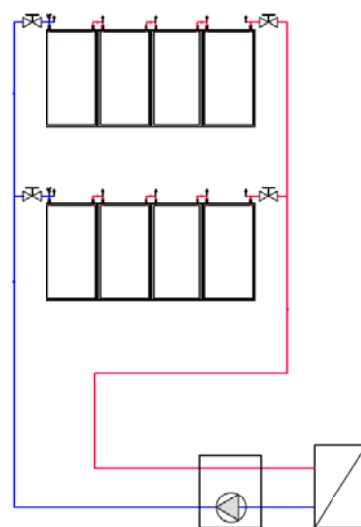


Figura 2.12 Esquema de circuito solar  
con elementos más importantes



en este circuito alcanza temperaturas del orden de 150 °C en los tramos entre el colector y el intercambiador, por ello los componentes, según el CTE, han de ser sólo de cobre o acero inoxidable y se deben alcanzar importantes niveles de aislamiento. Por lo general se utiliza fluido solar en lugar de agua para una mayor longevidad de la instalación así como para la protección contra heladas. Es conveniente que el fluido vuelva a la menor temperatura posible al campo de colectores para que así éstos tengan un mejor rendimiento. Dentro del campo de colectores, estos se pueden colocar en paralelo o en serie, presentando diferentes ventajas cada una de ellas.

### 2.4.2 Acumulación

El circuito de acumulación es el que mayor volumen tiene, está compuesto por intercambiadores que suponen el límite del circuito, un acumulador y bombas. El circuito de carga transmite calor al circuito de acumulación que aumenta su temperatura. Al tener mayor volumen, es capaz de acumular más energía. Puede ser idéntico a un circuito de acumulación no solar.

### 2.4.3 Circuito de descarga

En ocasiones el circuito de acumulación está relleno de la propia agua de consumo y el circuito de descarga es el mismo que el de acumulación. En caso de que este no sea el caso, existe un segundo intercambiador que trasfiere el calor del circuito de acumulación al circuito de consumo (descarga). El circuito de descarga es idéntico a un circuito de descarga de un sistema convencional.

## 2.5 Aplicaciones

Las aplicaciones de la energía solar térmica son varias, desde la más común para producir ACS hasta el aprovechamiento del calor para producir frío con máquinas de absorción. A continuación se describe brevemente cada una de ellas.

### 2.5.1 ACS

Sin duda es la aplicación más extendida. Pese a que en España no ha terminado de invadir las cubiertas de las viviendas, si que se prevé un rápido desarrollo de esta aplicación, principalmente por la entrada en vigor del CTE. Un sistema solar puede generar en algunas zonas más del 80% del ACS que

necesita la vivienda, con el consecuente ahorro económico así como beneficio medio ambiental. El sistema solar debe de estar siempre apoyado por otro sistema convencional que ha de diseñarse con la misma capacidad con la que se diseñaría sin el sistema solar. En caso de que el sistema solar no pueda con la demanda, ya sea por condiciones meteorológicas o por avería, se asegura que el usuario siempre obtenga el ACS que necesita.

Las instalaciones para esta aplicación pueden variar mucho especialmente dependiendo de la demanda de ACS que tengan los usuarios. Va desde un equipo termosifón con un solo colector hasta instalaciones con campos de colectores de centenares de metros cuadrados, con bombas de circulación, intercambiadores de calor externos y acumuladores de miles de litros.

### **2.5.2 Calefacción**

Esta aplicación no es tan útil como la anterior, especialmente porque la demanda de ésta coincide con las épocas del año con menor radiación. Por ello esta aplicación no se suele dar por sí sola, sino que se aprovecha una instalación que pueda tener otros usos para dar un apoyo al sistema de calefacción de un espacio habitable. Sólo supone un ahorro de energía no superior al 20% en España.

### **2.5.3 Piscinas**

Posiblemente fuera la aplicación que más se ha dado en España inicialmente. La aplicación puede ser para alargar la temporada de baño en piscinas al aire libre y para ahorrar energía convencional para piscinas cubiertas. La climatización de piscinas al aire libre está prohibida salvo si se hace con energías renovables y para aquellas que estén cubiertas se obliga a tener un buen grado de cobertura solar.

### **2.5.4 Refrigeración solar**

Los sistemas de aire acondicionado en todo tipo de espacios cerrados habitables, se están extendiendo cada vez más en España. Estos sistemas son generalmente eléctricos, lo que supone unas demandas energéticas que baten récord año tras año en los días más calurosos. Precisamente al estar en fase la demanda de climatización con los días más soleados del año se le augura un futuro muy exitoso a esta tecnología basada en máquinas de absorción.

## 2.5.5 Procesos industriales

Una gran cantidad de procesos industriales necesitan calor en alguna de sus etapas, parte de este calor puede ser suministrado por un sistema solar térmico. El procedimiento puede ser idéntico a las instalaciones de ACS o algo más complejo. La demanda de un proceso industrial puede ser muy variable, por lo que también las instalaciones serán muy diferentes entre sí.

## 2.6 Marco regulador

Como todo, la utilización de energía solar térmica está regulada por diferentes reglamentos y leyes. Primeramente fueron algunos ayuntamientos los que comenzaron a obligar a la utilización. La obligación combinada con las ayudas también prestadas por algunas comunidades autónomas y otros organismos culminaron con el código técnico de la edificación que tiene validez en todo el territorio nacional.

### 2.6.1 CTE

El código técnico rige las construcciones que se hacen en España. En su apartado HE4, hace referencia a una contribución solar mínima para el calentamiento de ACS en viviendas de nueva construcción y rehabilitación y para piscinas cubiertas. Deberá obtenerse la contribución solar mínima para cada zona climática y diferentes demandas de agua caliente sanitaria (ACS). El dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de la condición de que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 %, o en su caso se especificaran las medidas correctoras.

Sin excepciones, se deben evaluar las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación de acuerdo a lo estipulado y siendo tales que las pérdidas sean inferiores a lo estipulado en los límites del HE4. Cuando, por razones arquitectónicas excepcionales no se pueda dar toda la contribución solar mínima anual se justificará esta imposibilidad, analizando las distintas alternativas de configuración del edificio.

Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado. El diseño de la instalación solar térmica deberá contemplar la protección contra heladas, contra el sobrecalentamiento, la resistencia a la presión o la prevención del flujo

inverso.

En cuanto al dimensionado, en la memoria del proyecto se establecerá el método de cálculo, especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- La demanda de energía térmica
- La energía solar térmica aportada
- Las fracciones solares mensuales y anual
- El rendimiento medio anual

### **2.6.2 RITE**

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios aprobado en 2007 alude directamente al CTE en cuanto a las instalaciones solares térmicas se refiere. Anteriores versiones del RITE incluían la normativa en la que se basó el HS4 del CTE.

## 3 Conceptos de monitorización

---

Monitorizar es observar mediante instrumentos de medida el curso de uno o varios parámetros de una instalación ya sean para la automatización de la misma, para su análisis, como para detectar posibles anomalías. El alcance de una monitorización comprende desde unos simples instrumentos de medida hasta un sistema complejo de sensores de todo tipo de magnitudes físicas e incluso químicas, programas de análisis y presentación de resultados que se puede observar en un PC a distancia.

Concretamente para instalaciones solares térmicas, se deberán instalar unos mínimos instrumentos de medida para conocer el funcionamiento de la instalación ya que por lo general, un sistema solar, en caso de bajo rendimiento, tendrá el apoyo de otro sistema convencional que realice las mismas funciones. Sin estos instrumentos, no se podrá distinguir la procedencia de la energía empleada. Una instalación de ACS bien diseñada, por ejemplo, siempre debe suministrar el mismo agua a la misma temperatura sea la energía usada de procedencia solar o convencional. Así pues, un fallo o un bajo rendimiento en el sistema solar no se detecta o se detecta tarde si no existe una mínima instrumentación.

### 3.1 Monitorización: Niveles de monitorización

La monitorización de una instalación solar térmica se puede realizar o no con equipo específico, mediante una grabación de datos continua o una inspección periódica de un inspector, invirtiendo mucho o poco capital humano y monetario. El nivel de monitorización se puede determinar por varios factores: el tipo de información requerida, la experiencia del personal disponible para hacer funcionar el programa de monitorización, la accesibilidad de un sistema

así como el presupuesto empleado para la labor. A continuación se describen tres niveles de monitorización.

El primer nivel incluye una monitorización continua de la instalación mediante un sistema de adquisición de datos (DAS). El sistema de adquisición de datos guarda automáticamente las lecturas de los sensores de radiación, temperatura ambiente, velocidad del viento, caudal de fluido, temperaturas de operación e incluso cantidades de energía. Los sensores se suplementan con un libro de seguimiento de operación y mantenimiento a guardar por el operador de la instalación. Con este nivel de monitorización se puede obtener una información precisa acerca del funcionamiento de la instalación incluyendo las horas del día de producción.

Un segundo nivel se obtiene con un libro de operaciones y un calorímetro. Se puede conseguir un historial de producción total y de fiabilidad de la instalación, pero no estaría disponible información precisa de la producción por hora del día.

El tercer nivel consiste simplemente en un libro de operaciones. Éste nivel de monitorización es el más económico y es útil para instalaciones con rendimientos y producciones de sobra conocidas y no son necesarias para el conocimiento de la instalación.

## **3.2 Componentes**

En este apartado se describirán los componentes que toman parte en la monitorización de una instalación solar térmica. Algunos de ellos serán no sólo componentes de la monitorización sino componentes de la instalación que permiten el funcionamiento de la misma. Un controlador, por ejemplo, lee los registros que le pueden dar los diferentes instrumentos de medida y gracias a esa información hará funcionar los diferentes elementos y a la vez podrá grabar esos registros en un datalogger (grabador de datos).

### **3.2.1 Instrumentos de medida**

En este apartado se presentarán los aparatos que pueden componer un sistema de monitorización. Algunos de ellos sólo se emplean en instalaciones especiales para estudio y otros se emplean en todas las instalaciones, ya que no sólo son útiles para la monitorización de la misma sino que son imprescindibles para el funcionamiento. Entremedias existen rangos que dependen de la

instalación a monitorizar o de los parámetros que se quieran obtener. Es importante destacar que algunas magnitudes serán medidas para el funcionamiento de la instalación y otras para información (las primeras serán medidas digitales mientras que las segundas podrán ser también analógicas)

### 3.2.1.1 Temperatura

Sin duda es la magnitud física más importante para las instalaciones solares térmicas. Su medida es indispensable en todas las instalaciones. Para el correcto funcionamiento el controlador deberá tener información de las temperaturas en al menos dos puntos. La primera de ellas será en la zona de mayor temperatura del campo de colectores (a la salida del último colector en serie) y la segunda en el depósito de acumulación. El control se encargará de encender y apagar las bombas en función de las medidas de estos sensores.

El funcionamiento de los sensores dependerá de su naturaleza ya que estos pueden ser termopares termistores o de otros tipos. La temperatura también puede ser medida por termómetros, aunque la información de este tipo de instrumento solo puede ser registrada visualmente por el personal de mantenimiento. Aún así es común que se coloquen termómetros en diferentes puntos de la instalación para la detección de anomalías. En la Figura 3.1 se pueden observar algunos tipos de sensor de temperatura.



Figura 3.1 Tipos diferentes de sensores de temperatura  
Fuente: Solarpraxis AG

### 3.2.1.2 Volumen

Los contadores miden el volumen que ha pasado por un punto. Por si solos pueden dar la cantidad de fluido que ha circulado por el circuito solar, por lo que puede dar una idea del tiempo de funcionamiento que han tenido las bombas. Un contador de volumen puede ser el que se coloca a la entrada de las viviendas para contabilizar el consumo de agua para que sea facturado, éste tipo de contadores son analógicos. También existen contadores de volumen digitales que aportan impulsos por cada unidad de volumen registrada. Sin embargo esta información no es tan útil como la que puede dar un calorímetro que tiene poco coste más.

### 3.2.1.3 Caudal

Los caudalímetros dan la medida del caudal que está pasando por un punto en un instante concreto. En ocasiones los contadores de volumen son llamados también caudalímetros.

Existen caudalímetros analógicos como pueden ser los mecánicos visuales que consisten en un cilindro transparente con una esfera en su base. El fluido al circular impulsa la esfera hacia arriba, a mayor caudal más sube la esfera. La gravedad hace bajar la esfera al detenerse el flujo. En el cilindro existen marcas que dan la medida del fluido. A la hora de monitorizar éste tipo de caudalímetros no son del todo útiles ya que sólo un observador puede anotar el valor que tiene este instrumento. El registro de datos que se pueda hacer en este tipo de caudalímetros si pueden ser útiles para la detección de anomalías como puede ser el mal funcionamiento de una bomba, pero no para la medición del rendimiento de una instalación.

Los caudalímetros digitales tienen partes mecánicas que consisten en un molino con aspas transversales a la circulación de flujo, el molino tiene en un extremo un imán permanente. Cuando este imán gira genera un campo magnético variable que es leído por un sensor de efecto de campo magnético, después el circuito electrónico lo convierte en pulsos que transmite a través de un cable. Se puede decir que este tipo de caudalímetros también miden el volumen ya que el número de impulsos es proporcional al volumen que ha circulado por el punto y sólo cuando se relacionan los impulsos con el tiempo es cuando se tiene el valor del caudal.



### 3.2.1.4 Calor

Un calorímetro mide el calor que se genera o entrega en un componente. Los calorímetros empleados en este tipo de instalaciones están compuestos por un caudalímetro y al menos dos sensores de temperatura. La combinación de señales de los sensores de temperatura con las de caudal, dan la medida de calor que gana (o pierde un fluido en un elemento como puede ser un intercambiador. El producto de la diferencia de temperatura (que nos dan la diferencia entre los valores registrados por los sensores de temperatura) el caudal de agua (del caudalímetro) y el calor específico del fluido (que se puede considerar constante para los rangos de temperatura en los que está la instalación). En la Figura 3.2 se puede observar un caudalímetro.



Figura 3.2 Detalle de un calorímetro  
Fuente: Resol

### 3.2.1.5 Presión



Figura 3.3 Detalle de un manómetro analógico Fuente: SunTechnics

La presión de un sistema se puede medir con manómetros o sensores de presión. La presión en los diferentes elementos de la instalación debe de estar dentro de un rango. Los valores que puede aportar un manómetro (ver Figura 3.3) son importantes para la detección de anomalías en los elementos de la instalación pero no son tan importantes para la monitorización del rendimiento de la misma. Así pues estos elementos serán comprobados por quien mantenga la instalación y registrados en el libro de mantenimiento.

### 3.2.1.6 Radiación

La radiación solar se puede medir con diferentes aparatos como pueden ser pirheliómetros o piranómetros (que miden la radiación directa y global respectivamente) sin embargo tanto el precio como el mantenimiento de éstos, hacen que se reserve a estaciones meteorológicas que requieren un mantenimiento propio, como las que se pueden emplear en proyectos de mayor inversión económica como pueden ser las plantas termosolares de producción eléctrica. Para instalaciones de menor precio, como pueden ser las solares térmicas para la producción de calor para uso directo doméstico o industrial, es más común emplear sensores de radiación basados en la tecnología fotovoltaica (como el de la Figura 3.4), que pese a que son menos precisos, cumplen con las necesidades de la monitorización, tienen un coste mucho menor y apenas requieren mantenimiento.



Figura 3.4 Sensor de radiación fotovoltaico  
Fuente: Resol

### 3.2.1.7 Velocidad del viento

Un anemómetro es el instrumento que se emplea para medir la velocidad del viento. Se usan principalmente los anemómetros de cazoletas o de molinete (ver Figura 3.5), especie de diminuto molino cuyas aspas se hallan constituidas por cazoletas sobre las cuales actúa la fuerza del viento; el número de



Figura 3.5 Anemómetro de molinete  
Foto: Stefan Kuhn

vueltas puede ser leído directamente en un contador. Su utilización en la monitorización de una instalación solar térmica se limita a aquellas cuya aplicación sea el calentamiento de piscinas al aire libre, donde la velocidad del viento es una variable fundamental.

### 3.2.2 Controlador

El controlador es el cerebro de una instalación solar térmica. Se programa para que en función de los datos que recibe de los diferentes sensores haga funcionar las diferentes bombas y válvulas, como se puede leer en Controlador apartado 2.3.9. Sin embargo, en este apartado sólo se hace mención de sus características como intérprete de registros. El controlador recibe las señales de los

diferentes elementos de medición y las convierte en unidades físicas, es capaz de recibir señales de temperaturas, radiación, energía... e interpretarlas. Un controlador suele tener una pantalla en la que se pueden leer los registros de los diferentes sensores en tiempo real, (ver en Figura 3.6) pero a la hora de grabar esta información necesitará la asistencia de un grabador de datos (datalogger).



Figura 3.6 Controlador  
Fuente: Resol

### 3.2.3 Grabación de datos

Como se dice en el apartado anterior, un controlador es capaz de leer los registros de los sensores pero no suele tener memoria de los registros anteriores.

#### 3.2.3.1 Datalogger

Un grabador de datos es un elemento con memoria, está conectado al controlador y graba

los registros que este tiene. El grabador de datos graba los registros cada intervalo de tiempo que se podrá configurar en función del detalle de los datos que se quiera obtener y la memoria que tenga el grabador de datos. Una grabación cada segundo, por ejemplo, dará lugar a una cantidad de datos trescientas veces superior a la que daría grabando cada cinco minutos. Grabar



Figura 3.7 Datalogger  
Fuente: Resol

en intervalos muy reducidos dificulta la transmisión de datos y llena la memoria del datalogger más rápidamente.

Otra característica que tiene el grabador de datos es que suele estar diseñado para transmitir la información grabada a través de diferentes medios. Ya sea por un cable directamente a un ordenador o vía satélite, el datalogger podrá ser contactado para descargar los datos de la instalación y también para visualizar en tiempo real el estado de la misma.

### **3.2.4 Comunicaciones**

Según la ubicación de la instalación y el personal destinado a su estudio será necesario (o no) comunicar el datalogger con un equipo remoto para la descarga de datos para su estudio. Los medios que se utilicen para el contacto con el datalogger pueden ser muchísimos, aquí se citarán los más empleados.

#### **3.2.4.1 Módem analógico**

No es otra cosa que un modem que se conecta al datalogger por un lado y a una línea telefónica por el otro. Se puede programar para que envíe los datos cada intervalo de tiempo o sino directamente acceder al módem remotamente para descargar los datos del datalogger.

#### **3.2.4.2 Módem GSM / GPRS**

En ocasiones la instalación puede estar muy alejada de una red de telefonía fija por lo que se puede emplear un modem gsm en vez de uno analógico. El funcionamiento sería análogo al anterior.

#### **3.2.4.3 Ethernet**

En caso de que el emplazamiento de la instalación disponga de una red de comunicación, el datalogger podría ser conectado a esta a través de un cable Ethernet. Esta modalidad de comunicación tendría la ventaja de ser gratuita respecto a las dos anteriores. Así se podría acceder al datalogger desde un ordenador conectado a la misma red e incluso, si se dan los permisos adecuados, desde un ordenador en cualquier parte del mundo vía internet.

### **3.2.5 Visualización de datos**

La última parte de la monitorización es la visualización de datos. Estos podrán ser vistos a tiempo real o podrán ser guardados para su posterior análisis, en este último caso la visualización de datos se restringe normalmente

a una hoja de cálculo en la que se puedan observar la evolución de las variables así como sus funciones mediante tablas y gráficos que faciliten el estudio. En cuanto a la visualización en tiempo real, ésta se podrá realizar de diferentes maneras que se detallan a continuación:

### 3.2.5.1 Visualización en el controlador

La visualización en el controlador permitirá un examen de las variables principales asociadas a los instrumentos de medida. La principal ventaja es que no supone un coste adicional en la instalación puesto que el controlador es parte de ella, sin embargo dependiendo del controlador la visualización está restringida a un número limitado de variables que se pueden observar a la vez (en ocasiones una), el manejo puede ser complejo y está limitado a la ubicación del controlador.

### 3.2.5.2 Paneles de visualización

Los paneles de visualización suponen una mejora en cuanto a facilidad de visualización y adicionalmente pueden ubicarse en un punto diferente al del controlador. La cantidad de variables que se pueden visualizar es limitada. En la Figura 3.8 se puede observar un panel de visualización de datos.



Figura 3.8 Panel de visualización de datos  
Fuente: Resol

### 3.2.5.3 Visualización en tiempo real en PC

Sin duda es la posibilidad de visualización más completa. Sin embargo requiere de un ordenador personal y comunicación entre este y el controlador, por lo que también es la opción más costosa. Mediante un programa se accede al controlador en tiempo real pudiendo así observar las variables. La mayor ventaja es que se pueden visualizar todas las variables simultáneamente y además se puede realizar sobre un plano esquemático que facilita la misma. La visualización de datos en tiempo real en PC implica también el guardado de la evolución de las variables para su posterior estudio. En la Figura 3.9 se puede observar un ejemplo de una pantalla de un programa conectado al controlador

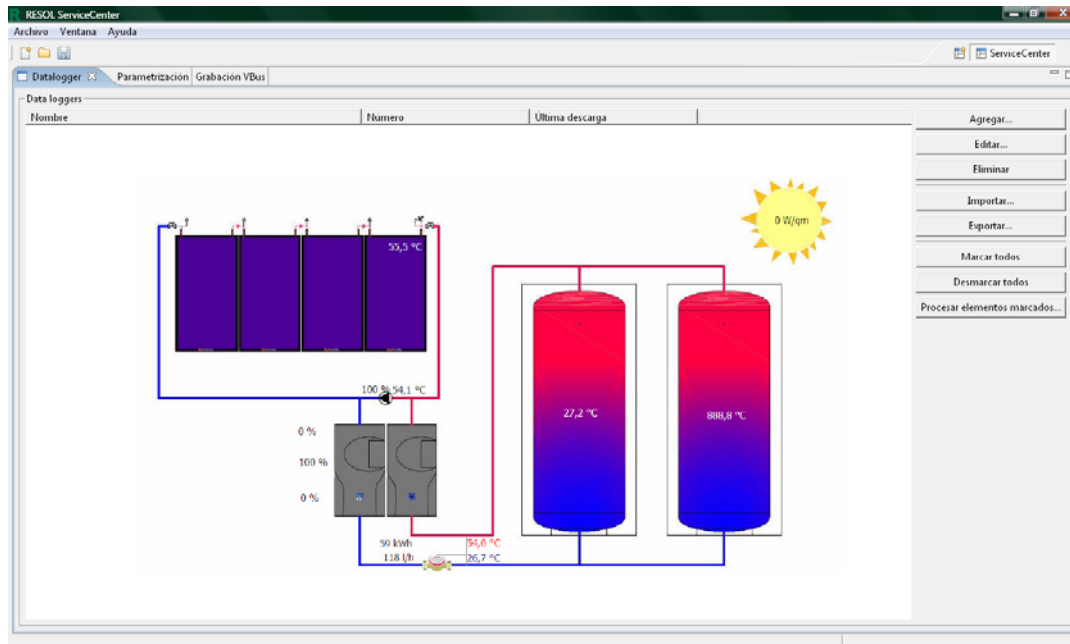


Figura 3.9 Visualización de datos a través de PC conectado a controlador

mostrando las variables más relevantes (las variables que se observan pueden ser escogidas de entre todas las que tenga el controlador).

### 3.3 Parámetros con posibilidad de monitorizar

A continuación se hace una descripción de los diferentes parámetros que son de utilidad al monitorizar una instalación solar térmica.

#### 3.3.1 Aprovechamiento

El aprovechamiento de un sistema solar es el volumen de ACS por unidad de superficie que se puede producir por el propio sistema solar. Su unidad de medida es litro por metro cuadrado y día  $l/(m^2 \cdot d)$ . Dependiendo de la ubicación de la instalación se tendrán unos valores que darán una idea de lo sobredimensionada que pueda estar la instalación.

#### 3.3.2 Eficiencia

La eficiencia del circuito solar expresa la proporción de energía térmica que produce la instalación respecto al total de la energía solar recibida por el campo de colectores. La eficiencia puede medirse en diferentes espacios de tiempo, como pueden ser la eficiencia diaria, semanal, mensual o anual. Para periodos de tiempo más corto no tiene sentido medir la eficiencia ya que el funcionamiento o no de las bombas que dependen de la temperatura del depósito puede desvirtuar este parámetro. La eficiencia debe incluir las

pérdidas de intercambiador así como las pérdidas que se producen en el acumulador.

### **3.3.3 Cobertura solar**

Éste parámetro es la relación entre la energía solar aportada por el sistema y la demanda total de la energía. La energía solar aportada incluye todo el sistema solar es decir los depósitos e intercambiadores incluidos. La cobertura solar da la idea de la cantidad de combustible convencional ahorrado en un tiempo. La cobertura puede ser diaria, mensual o anual, siendo esta la más significativa. En los meses del estío es común que la cobertura sobrepase el 100% de la demanda por lo que se pueden producir recalentamientos del sistema, para evitar esto es conveniente que el dimensionamiento de la instalación sea adecuado y que se establezcan medidas contra el calentamiento (circulación nocturna, aerotermos, tapado de algunos colectores...)

### **3.3.4 Eficiencia eléctrica**

Es la relación entre la cantidad de energía producida con la instalación solar respecto a la cantidad de energía eléctrica consumida para generarla. Como es lógico tanto las bombas como las válvulas, el controlador y otros elementos consumen electricidad en su funcionamiento. Los valores de consumo suelen ser muy bajos comparados con los de generación.

### **3.3.5 Coste de la energía térmica de origen solar**

Este es el precio real que tiene la energía solar para el propietario de la instalación. Su cálculo se realiza mediante la división del precio de amortización anual de la instalación, por la cantidad de energía cedida por la instalación a lo largo del año completo. Este parámetro es el que dirá si la instalación, además de cumplir con la concienciación ecológica, cumple con los requisitos económicos. Comparando el coste de la energía térmica de origen solar con el coste que tendría la compra de combustible que produjese la misma cantidad de energía, se sabrá hasta qué punto la instalación es rentable y en qué medida.

### **3.3.6 Período de recuperación de inversión**

Este parámetro es la cantidad de tiempo que tarda en recuperarse la inversión que cuesta la instalación solar térmica. A groso modo es el tiempo que tarda la instalación en generar la energía que produciría una cantidad de



combustible equivalente en coste al precio de la instalación incluyendo la financiación. En la medición de este parámetro influyen muchos otros parámetros como pueden ser el coste de financiación y el coste del combustible, ambos pudiendo ser variables a lo largo del tiempo. También influye en este apartado las subvenciones que pueda tener la instalación.

## **3.4 Criterios para selección de sistema de monitorización**

### **3.4.1 Características del sistema**

Un factor determinante para el diseño de un sistema de monitorización es el propio diseño de la instalación. Aunque pueda parecer evidente, conviene que se enfatice este punto porque su consecuencia más inmediata es que no existe un sistema universal que sirva para monitorizar todo tipo de instalaciones solares. Una instalación para ACS con un único intercambiador entre el sistema solar y el convencional tiene una frontera bien definida, sin embargo cuantas más intersecciones haya entre la instalación solar y el sistema convencional se deberán controlar más funciones.

En instalaciones grandes con una tirada de tuberías ramificada y en ocasiones bypass, las funciones pueden ser escogidas mal con facilidad. En algunos casos la única posibilidad que queda es colocar los sensores entre la instalación solar y la parte convencional. Para conexiones complejas es más difícil encontrar posiciones de medida válidas.

### **3.4.2 Finalidad de la monitorización**

La finalidad de la monitorización también es un aspecto clave, el alcance de la misma no será igual si se sólo se necesita conocer ciertos parámetros del sistema que se usen para el propio control o si se quiere hacer con el objeto de análisis profundo como puede requerir una instalación experimental. Para pequeñas instalaciones en las que el funcionamiento es conocido de sobra, las funciones que pueda medir el control serán suficientes.

### **3.4.3 Calificación del personal y tiempo necesario para recogida y análisis de datos**

Los requisitos para el análisis de los datos medidos son función del detalle de las medidas tomadas. En caso de que el cuidado de la instalación solar sea



mediante una presencia esporádica de personal no especializado, se fijará instrumentación fácil y comprensible. En caso de que el personal disponible esté más cualificado se podrán elevar los objetivos del sistema de medidas. Aun teniendo personal especializado no se deberá menospreciar el tiempo que este debe dedicar al análisis de los datos. Así pues, en caso de que se decida por hacer una alta inversión en un sistema de monitorización detallado, debe de tenerse la seguridad de que existe personal suficientemente preparado y que dispone del tiempo necesario para el análisis de los datos.

### **3.4.4 Costes**

Los costes de un sistema de monitorización deben ser bajos respecto al precio de la instalación completa. Un límite máximo comúnmente aceptado es entorno al 5% del precio total de la instalación. Como los niveles de monitorización son los que definen los costes, habrá que adaptar el nivel de monitorización al precio de la instalación. Por ello los sistemas de monitorización a distancia se reducen a instalaciones solares térmicas grandes o para aquellos casos en los que se trate de una instalación para investigación, en los cuales los sistemas de medida son tan importantes como la propia instalación. Los sistemas pequeños tendrán una monitorización menos completa y se reducirá a las funciones que sea capaz de mostrar el propio control de la instalación.



## 4 Instalación solar a monitorizar

---

Tras un aprendizaje de la teoría de monitorización se llega el punto de poner en práctica los conocimientos en una instalación concreta. Para ello habrá que describir primero la instalación. El proyecto en el cual se instala la monitorización es una instalación de producción de agua caliente para un proceso industrial. Se trata de una bodega de vino ubicada cerca de la localidad de Cariñena en la provincia de Zaragoza. En ella se realiza embotellado del vino mediante técnicas mecanizadas. En la Figura 4.1 se puede observar una imagen del interior de la planta embotelladora.

La instalación solar térmica que integra un campo de 72 colectores solares planos SunTechnics modelo STK 1400, ubicados en cubierta plana de nave



Figura 4.1 Interior de planta embotelladora en la que opera la instalación solar térmica

industrial de la sala de máquinas. El sistema solar diseñado permite cubrir parte de la demanda térmica total de agua caliente con óptimo funcionamiento y máximo rendimiento de la radiación solar incidente.

La instalación solar posibilita ahorrar, según datos del proyecto de ingeniería, 113.491 kWh anuales de gas propano, representando un ahorro de 52,27 % del consumo energético de agua caliente de la fábrica. Por otra parte, como parte de la instalación solar, se podrá recuperar del proceso de esterilización 58.466 kWh de energía térmica que serviría para calentar el agua del proceso de lavado, haciendo un total de ahorro de energía de 171.957 kWh. La energía total ahorrada por la instalación solar 171.957 kWh si se tuviera que producir con la caldera de vapor de propano serían necesarios 19.114 kg de propano y evitaría verter a la atmósfera 134.064 kg de CO<sub>2</sub>. En conjunto el ahorro energético supone un 79,46 % del consumo.

El costo de la inversión es de 99.184,08 €, sin considerar las subvenciones que pueda recibir la instalación solar. A continuación se hace una descripción del proyecto con los datos de diseño para que sean posteriormente comparados con los datos recogidos por la monitorización de la instalación en el capítulo 6.

## 4.1 Empresa de ingeniería

Tabla 1 Empresa de ingeniería	
Nombre	SunTechnics Sistemas de Energía, S.L.
CIF	B-82615543
Dirección fiscal	Arturo Soria 336, planta 4ª, E-28033 Madrid

## 4.2 Coordenadas geográficas

Tabla 2 Coordenadas geográficas	
Latitud	41º 20' N
Longitud	1º 13' O
Altitud	605 m

## 4.3 Legislación aplicable

Todas las obras definidas por el proyecto ejecutivo, se proyectaron con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigente, que se presenta a continuación:

Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio por el que aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y se crea la Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios (B.O.E. nº 186, de 5 de agosto de 1998).;

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el cual se establecen los criterios generales higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis;

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto del Ministerio de Industria 842/2000 de 2 de agosto;

Reglamento de Aparatos a Presión 1.244/79, Instrucción Técnica Complementaria MJE-AP11;

Real Decreto 891/1980 de 14 de abril del Ministerio de Industria y Energía, sobre homologación de los paneles solares y Orden de 20 de julio de 1980 por las que se aprueban las Normas e Instrucciones Técnicas Complementarias para la homologación de los paneles solares;

Real Decreto 3410/75 Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación;

Real Decreto 1627/97 sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción;

Real Decreto 891/1980 de 14 de abril del Ministerio de Industria y Energía sobre homologación de los paneles;

Ley 31/95 Ley de Prevención de Riesgos Laborales;

Norma IEC 364 sobre instalaciones eléctricas de edificios;

Norma ISO 9001 Normativa Control de Calidad;

Directiva Europea DC 73/23/CEE Directiva Europea de Baja Tensión;

UNE En 806-1:2001 “Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 1: Generalidades”;

UNE EN 1717:2001 “Protección contra la contaminación del agua potable en las instalaciones de agua y requisitos generales de los dispositivos para evitar la contaminación por reflujo”.

## 4.4 Descripción de la instalación solar

La instalación solar propuesta se compone de los siguientes subsistemas:

- Campo de colectores solares;
- Kit primario de circulación;
- Depósitos de acumulación ;
- Estación instantánea de ACS;
- Sistema de regulación y control.

Tabla 3 Características básicas	
Colectores solares	SunTechnics STK 1400
Superficie de apertura, [m <sup>2</sup> ]	137,52
Depósito de acumulación	2 x 7.000
Aplicación	Agua caliente
Tipo de cubierta	Tejado plano

Los colectores solares realizan la transformación de la radiación solar en energía térmica que es acumulada en depósito solar. El bajo caudal de trabajo, 30 L/(m<sup>2</sup>h), permite configurar las baterías con conexiones de 4 colectores solares en serie reduciendo así la necesidad de una excesiva red de tuberías de conexión. La ligera reducción del rendimiento de los colectores por su conexión en serie se contrarresta por la reducción de la longitud y diámetros de las tuberías con la consiguiente disminución de las pérdidas térmicas y el aumento del rendimiento global de la instalación solar.

El campo de colectores solares está formado por baterías y filas de colectores solares selectivos de alta eficiencia SunTechnics STK 1400 y un par de estaciones solares funcionando en paralelo. El circuito secundario incluye el circuito hidráulico entre el acumulador solar la estación solar, un tercer circuito lleva el agua caliente a los procesos 1 y 2 que se definen en el punto 4.4.3.

#### 4.4.1 Dimensionado de la instalación solar

Con el objetivo de optimizar energéticamente los procesos fabriles y teniendo en cuenta la inversión económica, se hizo hecho un estudio detallado de la demanda térmica a cubrir con la instalación solar.

De acuerdo con los datos disponibles, se estimó el consumo de agua caliente de proceso. Se trata de una bodega donde efectúan el embotellado del vino, que procede de las diferentes bodegas que están asociadas a esta sociedad, este proceso requiere:

Elevar la temperatura de 5.500 L de agua desde los 13 °C (agua en aljibe) hasta los 90 °C, para la esterilización de la máquina de llenado y de microfiltrado, este proceso se efectúa a las 05:00 h;

Adicionalmente a las 21,00h se limpia la zona de llenado de botellas, con 5.500 L de agua a 65 °C de temperatura;

#### 4.4.2 Medidas de mejoras del proceso tecnológico

Con el fin de hacer el proceso tecnológico más eficiente se tendría consideraron las siguientes medidas:

Recuperar el calor del agua caliente del proceso de esterilización antes de tirar en precalentar el depósito del proceso de lavado;

La distribución de agua caliente se debe realizar con tuberías aisladas al menos con 20 mm de espesor de aislante térmico según el RITE;

#### 4.4.3 Demanda térmica y energía disponible

El proceso tecnológico requiere una limpieza y esterilización de las máquinas de llenado y embotellado. Llamamos proceso 1 (P1), al proceso de esterilización con agua a 90 °C que se efectúa de 04:00 a 05:00 h de lunes a viernes todo el año y proceso 2 (P2) a la limpieza (lavado) de la zona de llenado de botellas con agua a 65 °C a las 21:00 h. Ambos procesos utilizan 5.500 litros de agua.

La instalación solar térmica eleva la temperatura del depósito del proceso 1 de 13 °C (agua en aljibe) hasta los 90 °C durante el día solar. Una vez utilizada el agua de esterilización (P1) se recuperaría el calor para calentar el agua del

proceso P2 desde los 13 °C hasta 65 °C por medio de un intercambiador de calor instantáneo.

El cálculo de demanda térmica del proceso industrial de la bodega de vinos consideró los dos procesos anteriormente descritos. En la Tabla 4 se muestra la demanda térmica y el consumo en agua (fuente: Consolar).

Tabla 4 Demanda de agua caliente				
MESES	Días	Consumo, [litros]	Demanda térmica, [MJ]	Demanda térmica, [kWh]
ENERO	23	253.000	68.211	18.948
FEBRERO	20	220.000	59.314	16.476
MARZO	22	242.000	65.246	18.124
ABRIL	21	231.000	62.280	17.300
MAYO	23	253.000	68.211	18.948
JUNIO	21	231.000	62.280	17.300
JULIO	22	242.000	65.246	18.124
AGOSTO	23	253.000	68.211	18.948
SEPTIEMBRE	20	220.000	59.314	16.476
OCTUBRE	23	253.000	68.211	18.948
NOVIEMBRE	22	242.000	65.246	18.124
DICIEMBRE	21	231.000	62.280	17.300
ANUAL	261	2.871.000	774.050	215.014

La estacionalidad se ha considerado constante durante todo el año de lunes a viernes, teniendo el perfil horario dos puntas de consumo e 5.500 litros a las 5:00 h y 21:00 h.



#### 4.4.4 Programa de cálculo y resultados energéticos

Los resultados energéticos de la instalación solar se han realizado mediante con el software *F-Chart* de reconocido prestigio y uso en aplicaciones térmicas de la energía solar. Se consideraron los colectores solares orientados al sur e inclinados 50° con respecto a la horizontal. Por razones constructivas no se eligió la inclinación óptima de 40°.

La superficie de captación se calculó con el fin de alcanzar una cobertura solar óptima y el máximo aprovechamiento de la superficie disponible en la cubierta. El ajuste de la superficie se realizó de forma que el número de colectores permita una configuración regular y homogénea del campo de colectores. De acuerdo con este criterio resulta una superficie de captación de 137,52 m<sup>2</sup>, en Tabla 5, se muestra los resultados energéticos y las características técnicas generales de la instalación solar. Además se muestra la energía térmica recuperada del proceso P1.

Tabla 5 Características generales de la instalación solar.	
Número de colectores solares	72
Irradiación incidente, [Wh/(m <sup>2</sup> - día)]	4.851
Demanda térmica total, [kWh]	215.014
Aporte solar, [kWh]	113.491
Aporte solar unitario anual, [MJ/m <sup>2</sup> ]	2.971
Fracción solar, [%]	52,27
Rendimiento de la instalación, [%]	45,29
Energía térmica recuperada de P1, [kWh]	58.466

En la siguiente tabla se pueden observar los mismos datos pero expresados mensualmente, esta información será más relevante a la hora del análisis de los resultados en el capítulo 6.

Tabla 6 Características generales de la instalación solar expresadas mensualmente

Mes	Radiación incidente (kWh)	Demanda (kWh)	Aportado solar (kWh)	Energía recuperada (kWh)	Fracción solar	% Energía recuperada	Ahorro total	Rto instalación
ENERO	10.668,46	18.947,59	4.666,41	5.152,18	24,63%	27,19%	51,82%	43,74%
FEBRERO	15.318,81	16.476,17	6.491,54	4.480,15	39,40%	27,19%	66,59%	42,38%
MARZO	21.239,81	18.123,78	9.904,98	4.928,17	54,65%	27,19%	81,84%	46,63%
ABRIL	22.537,69	17.299,98	10.124,06	4.704,16	58,52%	27,19%	85,71%	44,92%
MAYO	24.266,63	18.947,59	11.469,59	5.152,18	60,53%	27,19%	87,72%	47,26%
JUNIO	25.791,88	17.299,98	11.481,07	4.704,16	66,36%	27,19%	93,56%	44,51%
JULIO	27.940,01	18.123,78	12.734,77	4.928,17	70,27%	27,19%	97,46%	45,58%
AGOSTO	29.095,79	18.947,59	13.361,06	5.152,18	70,52%	27,19%	97,71%	45,92%
SEPTIEM	26.655,16	16.476,17	11.479,90	4.480,15	69,68%	27,19%	96,87%	43,07%
OCTUBRE	20.490,21	18.947,59	9.906,03	5.152,18	52,28%	27,19%	79,47%	48,35%
NOVIEM	13.758,04	18.123,78	6.301,99	4.928,17	34,77%	27,19%	61,96%	45,81%
DICIEM	10.394,91	17.299,98	4.469,48	4.704,16	25,84%	27,19%	53,03%	43,00%
<b>ANUAL</b>	<b>248.157,40</b>	<b>215.013,98</b>	<b>112.390,89</b>	<b>58.466,00</b>	<b>52,27%</b>	<b>27,19%</b>	<b>79,46%</b>	<b>45,29%</b>

## 4.4.5 Circuito primario

### 4.4.5.1 Campo de colectores solares

Los colectores solares térmicos utilizados en la instalación son de SunTechnics modelo STK 1400 de 1,91 m<sup>2</sup> de superficie de apertura, están homologados según la norma EN 12975-2, dotados con la marcación CE y cumple con RAL-UZ 73 “Ángel Azul” de Alemania. La curva de rendimiento del colector STK 1400 que se utilizará en la instalación es la obtenida en los ensayos realizados por el CENER (ref.30.0052.0-6) y es la siguiente:

$$r = 0,794 - 0,3419 \cdot U_0 \cdot (T_e - T_a) / I_t$$

Las dimensiones y demás datos técnicos del colector solar se aportan en el Anexo correspondiente y en la Tabla 7 se muestra la estructura del campo de colectores de la instalación solar.

Tabla 7 Estructura del campo de colectores solares.

Número	de	colectores	72
--------	----	------------	----

solares	
Superficie de apertura, [m <sup>2</sup> ]	137,52
Conexionado del campo solar	6 filas de 3 baterías en paralelo de 4 colectores en serie
Caudal, [kg/(m <sup>2</sup> ·h)]	30

La superficie bruta del campo de colectores es de 154,80 m<sup>2</sup>. La superficie total sin sombras, disponible en el emplazamiento de los colectores es de 220 m. Las conexiones entre las baterías de colectores solares y entre filas se realizaron empleando válvulas de equilibrado. En el anexo 1 se puede encontrar la hoja comercial de características técnicas de los colectores mientras que en el anexo 2 se puede observar el plano de tubería del campo solar.

#### 4.4.5.2 Ubicación

Los colectores solares están ubicados en la cubierta de la fábrica (como se puede observar en la Figura 4.2) y se ha seleccionado por los siguientes criterios:

- Necesidad de superficie suficiente para la ubicación de los colectores solares;
- Superficie libre de obstáculos para evitar sombras en los colectores solares;
- Cercanía a la sala de máquinas para minimizar las pérdidas de transporte;

#### 4.4.5.3 Orientación e inclinación

La orientación y la inclinación dada la estructura permiten la máxima incidencia anual de radiación solar en la cubierta de los colectores solares. Los colectores solares están orientados al Sur con una desviación de 23° e inclinados 50 ° respecto del plano horizontal. Las pérdidas por orientación e inclinación no superan el 15 %.



Figura 4.2 Instantánea del campo de colectores

#### 4.4.5.4 Sombras

La disposición de los colectores será como se indica en el plano “Ubicación de colectores. Esquema de línea”. Para reducir al mínimo las pérdidas por sombras entre las baterías de colectores solares es necesario separarlas una distancia  $d$ , que se determina por:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

donde  $h$ : es la altura relativa entre filas de colectores solares, [m].

Teniendo en cuenta esta consideración la separación mínima que existe entre baterías de colectores es de: 3,98 m.

#### 4.4.5.5 Estructura de fijación

La estructura será calculada según normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos tales como viento, lluvia y nieve, sus características se muestra en la Tabla 8 Estructura de fijación.

Tabla 8 Estructura de fijación.	
Marca	Conergy
Modelo	Vertical
Tipo	Fija sobre cubierta plana
Inclinación	50º

#### 4.4.5.6 Sala de máquinas

El kit primario, la estación instantánea de agua caliente y el sistema de control y regulación constituyen la sala de máquinas y está ubicada en la nave donde se encuentran los 2 depósitos de 7.000 litros para minimizar las tuberías de acero inoxidable. Se dispone de superficie y alturas suficientes para la ubicación y trasiego de los equipos de la instalación solar sin hacer ninguna actuación de obra civil.

La sala de máquinas tiene disponible: agua corriente para el llenado de la instalación solar, energía eléctrica con la potencia suficiente para el suministro y regulación de las bombas, centralita y cuadro de protecciones correspondientes y un desagüe para el vaciado de la instalación según el RITE.

#### 4.4.5.7 Tubería del circuito primario

Las tuberías por las que circula el fluido caloportador en el circuito primario de la instalación de energía solar térmica, comunican los colectores solares térmicos con el sistema de acumulación son de cobre. Las tuberías de circuito primario que tienen recorridos por el exterior y el interior de la edificación, se montaron ambas con los mismos criterios y cumpliendo las instrucciones del RITE.

Cada batería está equipada con válvulas de corte, válvulas de seguridad, purgadores, etc... Todas las baterías de colectores solares térmicos están conectadas al circuito principal mediante tubería de cobre de 18 mm de diámetro exterior.

Las tuberías de cobre tienen conexiones resistentes a temperaturas de hasta 250 °C (racores de bicono, soldadura dura de plata o equivalente), los diámetros de las tuberías están determinados y cumplen con las instrucciones del RITE. El conexionado se realizó utilizando válvulas de equilibrado Taconova.

Se procuró que las tuberías de la red de distribución se realizasen de tal forma que las diferencias de las presiones al principio y final del circuito no fueran superiores al 15 % de acuerdo al punto 1 del ITE 03.7 del RITE. Los sistemas de expansión de las redes se calcularon de acuerdo con la instrucción UNE 100155.

Las tuberías del circuito primario tienen pendiente para evitar la retención de bolsas de aire. Los tramos rectos de las tuberías superiores a los 15 m cuentan con compensadores de dilatación. La fijación de las tuberías se hizo mediante abrazaderas metálicas del tipo isofónicas para evitar puentes térmicos entre las tuberías y el ambiente, y están sujetadas a un perfil según las especificaciones del RITE a la ITE 05.2 para la correcta sujeción de las tuberías tanto en los planos horizontales como verticales.

#### 4.4.5.8 Aislamiento térmico

Todas las tuberías por donde circule el fluido caliente están correctamente aisladas e impermeabilizadas según el RITE, ver Tabla 9. El aislamiento térmico de las tuberías situados en el interior, tiene como mínimo el espesor correspondiente al indicado en la siguiente tabla para un material con coeficiente de conductividad térmica de 0,040 W/(m K), a 20 °C.

Tabla 9 Espesor del aislante térmico para tuberías			
Fluido interior caliente			
Diámetro exterior*, [mm]	Temperatura del fluido**, [°C]		
	40 a 65	65 a 100	101 a 150
$D \leq 35$	20	20	30
$35 < D \leq 60$	20	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	30	40	50

(\*) Diámetro exterior de la tubería sin aislar; (\*\*) Se escoge la temperatura máxima en la red.

Para tuberías y accesorios instalados en el exterior, los valores anteriores se incrementarán en 10 mm como mínimo y tienen adicionalmente una protección externa que asegura su durabilidad, admitiéndose revestimientos con pinturas asfálticas, poliésteres reforzados con fibra de vidrio o pinturas acrílicas.

Dado que la temperatura se encuentra en el rango de trabajo de 20 °C a 150 °C y que ninguna tubería tendrá más de 54 mm de diámetro exterior, el

aislamiento más grueso es de 40 mm espesor según las especificaciones del RITE ITE 03.1.

#### 4.4.5.9 Dispositivos de seguridad

El circuito primario está dotado de diferentes dispositivos de seguridad tales como: vaso de expansión, purgadores, válvulas de seguridad y antirretorno y manómetros.

#### 4.4.5.10 Vaso de expansión del primario

La variación de temperaturas a que se ve sometido el fluido caloportador en los circuitos causa diferencias de su volumen, dilatándose cuando se calienta y contrayéndose cuando se enfría.

Estas variaciones del volumen del agua se absorben mediante los vasos de expansión, evitando que se formen sobre presiones en los circuitos. Se emplean vasos de expansión cerrados para aplicaciones solares en el circuito primario de la instalación.

Para dimensionar los vasos de expansión es preciso calcular la dilatación máxima del fluido en el circuito de tal manera que el depósito de expansión sea capaz de absorberla en el rango de presiones de trabajo. En la Tabla 10 se muestran las características técnicas de vaso de expansión del circuito primario.

Tabla 10 Características del vaso de expansión del primario.	
Marca	Conergy
Volumen, [litros]	250
Temperatura máxima, [°C]	130
Presión de precarga, [bar]	2,5
Presión máxima, [bar]	10

Los vasos de expansión unen los circuitos sin que exista ninguna válvula susceptible de ser cerrada entre dichos circuitos y el depósito de expansión. Además el depósito de expansión cumple las exigencias de la norma ITIC 16.8.

El vaso de expansión se instaló en la aspiración de la bomba y se dimensionó de forma que la presión mínima frío en el punto más alto de la

instalación, no sea inferior a 2,5 bares y la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo: 10 bares.

#### **4.4.5.11 Fluido caloportador**

El fluido caloportador absorbe y transporta el calor captado por los colectores solares. Como fluido de trabajo para la instalación solar se utilizará una solución acuosa con aditivos. Los aditivos más usuales son los anticongelantes, necesarios en zonas con riesgo de heladas.

El fluido caloportador de SunTechnics, cumple con lo establecido en el RITE en su sección ITE 10.1.3.3 y tiene las siguientes propiedades:

Fluido: solución acuosa de propilenglicol;

Volumen de anticongelante: 395 litros;

Temperatura de congelación: - 27 °C;

Temperatura de ebullición: 135 °C.

#### **4.4.5.12 Protección contra heladas**

En climas con riesgo de producirse temperaturas bajo cero, es necesario equipar a las instalaciones solares con sistemas que eviten la congelación del fluido de trabajo.

Utilización de mezclas con anticongelante, como fluido caloportador;

Recirculación del circuito primario.





Figura 4.3 Kits de primario

#### 4.4.5.13 Kit del primario

Las estaciones de estratificación son kits completamente montados y aislados que incorporan todos los equipos y accesorios necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación solar. El kit primario incorporan los siguientes equipos:

- Intercambiador de calor de placas;
- Bombas de circulación del primario/secundario;
- Válvula seguridad primario/secundario;
- Conexión a vaso expansión primario;

EL kit primario proyectado para la instalación objeto del presente proyecto es el PAW modelo SOLEX MAX. El kit primario se ubicará en la sala de máquinas, lo más cerca posible de los acumuladores de inercia y del campo de

campo de colectores solares. En la Tabla 11 se muestra las características de los equipos principales del kit primario.

Tabla 11 Kit primario con estratificación.		
Marca	PAW	
Tipo	Solex MAX	
Modelo Bomba 1º	Wilo-STRATOS 30 / 1-12	
Modelo Bomba 2º	Wilo-TOP-S 30 / 7	
Tipo Intercambiador	B45 x 89/2P- placas, acero inoxidable.	
Diámetro Conexiones (Pulgas)	DN 32 / 40 – 5/4" / 1 ½ "	

### Bombas de circulación del kit primario

Las bombas de circulación del kit primario, son equipos que se encargan de hacer circular el fluido caloportador y transportar la energía térmica producida por los colectores solares. Al tener la instalación solar más de 50 m<sup>2</sup>, se instalará dos bombas de circulación en los circuitos primarios y secundarios, que alternarán su funcionamiento.

Los equipos de impulsión de menos de 1,5 kW de potencia se podrán fijar a la pared mediante elementos disipadores de las vibraciones. Las características del sistema de bombeo se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12 Características de la bomba de circulación del primario.		
Circuito	Primario	Secundario
Marca	Wilo	Wilo
Número	2	2
Modelo y marca	STRATOS 30 / 1-12	TOP-S 30 / 7
Caudal, [L/h]	4.126	4.126
Pérdidas de carga, [m.c.a.]	4.189	1.085
Potencia eléctrica, [kW]	471	122

#### 4.4.5.14 Bypass

Para que a la estación solar no llegue fluido caloportador frío en el arranque de la estación, se colocará un bypass en paralelo con la estación solar que recircule el fluido del circuito primario hasta que llegue a una temperatura 7°C mayor que la temperatura del depósito. El bypass está compuesto de una bomba idéntica a las del circuito primario y un sensor de temperatura.

#### 4.4.5.15 Aerotermo

Debido a que en los meses de verano, las temperaturas que pueden alcanzar los colectores una vez estén los depósitos a la temperatura necesaria puede superar los 150 °C se optó por añadir 3 meses después de la puesta en marcha (y antes de la llegada de los meses de verano) un aerotermo para la refrigeración de los colectores. La colocación del aerotermo se realizó el mismo día que los componentes de la monitorización.

Este aerotermo funciona cuando la temperatura de ambos depósitos alcanza supera la temperatura de cada uno de los procesos correspondientes.

#### 4.4.5.16 Intercambiador de calor del circuito primario

El sistema de intercambio consiste en un intercambiador de placas externos con una superficie de intercambio de 11,48 m<sup>2</sup>, cumpliendo en este caso con las especificaciones técnicas del CTE en su sección HE4, apartado 3.3.4:

$$P \geq 500A$$

Donde:

P = potencia mínima del Intercambiador, [W];

A = Área total de colectores solares, [m<sup>2</sup>].

Para la instalación objeto del presente proyecto la potencia mínima del intercambiador deberá de ser de 68,76 kW, En nuestro caso la potencia máxima del intercambiador es de 125 kW. En la Tabla 13 se muestra las características del intercambiador de calor.

Tabla 13 Características técnicas del intercambiador de calor.

Marca	PAW B45 x 89/2P
Número de placas	89
Caudal nominal $1^{ro}/2^{do}$ , [L/h]	3.314 / 3.104
Temperaturas entrada $1^{ro}/2^{do}$ , [°C]	65 / 25
Temperaturas salida $1^{ro}/2^{do}$ , [°C]	30 / 60
Potencia de intercambio de calor, [kWt]	125

#### 4.4.5.17 Sistema de regulación y control del kit primario

El sistema de regulación y control del kit primario permite el correcto funcionamiento de la instalación solar, asegurando la mayor eficiencia del sistema y la adecuada actuación de los equipos que forman la instalación solar.

Pese a que en principio se optó por colocación de la centralita SunTechnics modelo STR 640, debido a la complejidad de las comunicaciones con el sistema convencional regulado por una centralita SIEMENS se cambió por una regulación DeltaSol M fabricado por RESOL para así poder tener un mayor número de relés de salida (ver Tabla 14) que permitiesen la correcta comunicación con el control SIEMENS de la instalación convencional. La centralita de regulación es del tipo diferencial y actúa en función de la diferencia de temperatura entre el fluido caloportador a la salida del colector solar y el agua en la parte inferior del depósito de acumulación solar.

Todos los parámetros de programación y funciones especiales son fácilmente configurables a través de su pantalla, utiliza un sistema de iconos y menús intuitivos.

Tabla 14 Sistema de regulación del primario.

Marca	RESOL
Modelo	DeltaSol M
Tipo de Sondas	PT 1000
Nº de Sondas	15
Nº de relés	9

La centralita DeltaSol M cuenta con la posibilidad de medir y guardar en memoria la producción energética de la instalación solar, añadiendo la instalación de un caudalímetro con sonda de temperatura incorporada, además tiene la posibilidad de registrar los parámetros de funcionamiento en una memoria externa Datalogger con posibilidad de conexión a un PC. Este regulador cuenta también con la posibilidad de conexión de un sensor de radiación solar.

En el diseño de la instalación se realizó con especial atención, la colocación de las sondas de temperaturas de forma que midan exactamente las temperaturas que se desean. Se instalaron los sensores en el interior de vainas, que en el caso de los colectores SunTechnics podemos medir exactamente la temperatura del fluido caloportador a la salida de los mismos.

El sistema de regulación diseñado cumple con lo establecido en el RITE sección ITE 10.1.5.

#### 4.4.5.18 Lógica de control

El sistema de control tendrá la siguiente lógica de control:

Prioridad 1: calentamiento del depósito de 7.000 litros del proceso 1 hasta los 90 °C

Prioridad 2: calentamiento del depósito de 7.000 litros del proceso 2 hasta los 65 °C

## 4.4.6 Circuito secundario

### 4.4.6.1 Depósito solar

El sistema de acumulación solar utiliza los 2 depósitos de la fábrica de 7.000 litros cada uno destinados a almacenar el agua caliente de esterilización y lavado. La función de los acumuladores solares es almacenar la energía producida por los colectores solares térmicos para su posterior uso en los procesos en el momento en que es demandada.

Inicialmente se pensó en que los excedentes de energía que pudiese producir la instalación solar térmica pudiese también alimentar un depósito de ACS de 2.000 litros para cubrir la demanda del personal de la fábrica, pero se desestimó puesto que hubiera sido la prioridad 3 de la regulación y en la práctica no se habría dado el caso de que los dos depósitos de 7000 litros estuviesen a las temperaturas objetivo (90º y 65º).

Los acumuladores utilizados están contruidos en acero inoxidable, lo que permite almacenar mayor cantidad de energía en el mismo volumen de agua al poder elevar su temperatura en los acumuladores hasta los 95 ºC. Las conexiones hidráulicas cumplen con lo establecido en el RITE sección ITE 10.1.1. En la Tabla 15, se muestra las características básicas de los acumuladores solares.

Tabla 15 Características técnicas del acumulador solar.	
Material	Acero inoxidable
Cantidad	2
Volumen, [litros]	2 x 7.000
Espesor del aislamiento, [mm]	100
Volumen total de acumulación, [L]	14.000
Presión de servicio, [bar]	3
Temperatura máxima, [ºC]	95

Se fija una capacidad máxima de acumulación solar de 14.000 litros, que corresponden a una relación de almacenamiento de 101,96 L/m<sup>2</sup> de colector solar. Cumpliendo así con las relaciones recomendadas por el RITE sección ITE 10.1.3.2, donde se especifica que se debe cumplir la relación siguiente.

$$1.25 \leq 100 A / M < 2,0$$

Donde:

A: la suma de las áreas de los colectores solares, [m<sup>2</sup>];

M: el consumo medio diario de los meses de verano, [L/d].

Para un área del campo de colectores de 137,52 m<sup>2</sup> y un consumo medio de 7857 litros tenemos una relación de 1,75.

#### 4.4.6.2 Tubería del circuito secundario

Las tuberías del circuito secundario y de la red de distribución de agua caliente son de acero inoxidable. Las tuberías del circuito secundario tienen todo su recorrido en el interior de la edificación, se montaron con los mismos criterios técnicos de la del circuito primario y cumpliendo las instrucciones del RITE.

El circuito secundario está dotado de diferentes dispositivos de seguridad tales como: vaso de expansión, purgadores, válvulas de seguridad y antirretorno y manómetros.

#### 4.4.6.3 Vaso de expansión

En la Tabla 16 se muestran las características técnicas de vaso de expansión del circuito secundario.

Tabla 16 Características del vaso de expansión del secundario.	
Marca	Conergy
Volumen, [litros]	600
Temperatura máxima, [°C]	110
Presión de llenado, [bar]	1,5
Presión máxima, [bar]	6

#### 4.4.7 Sistema de producción de agua caliente

Se prevé la instalación de un sistema de producción instantánea de agua caliente (AC), que se encargará de calentar el agua fría del depósito P2 a partir del retorno del agua del proceso P1. Estas estaciones están constituidas básicamente por intercambiador de placas, bomba de circulación, caudalímetro

y regulación electrónica. En la Tabla 17 se muestran las características técnicas de la estación de producción de agua caliente.

Tabla 17 Estación de producción de agua caliente.	
Marca	Conergy
Modelo	FW Maxi 80
*Producción Estación ACS, [L /min]	80
Intercambiador de calor	PAW WP 5 - 70
Dimensiones, [mm]	1500 x 1360 x 750
Presión de Servicio, [bar]	PN 10
Protección de la regulación	IP 54
Temperatura máxima de trabajo, [°C]	110

\*Tª acumulador: 70 °C; Tª AF: 10 °C; Tª AC: 45 °C

EL agua se calienta en el momento al paso, de forma rápida, segura y limpia. Produce el agua caliente en función de la temperatura de retorno del proceso P1, la temperatura del agua caliente del proceso P2 y la temperatura del agua fría. En la Figura 4.4 se muestra la respuesta de la estación en función de la temperatura del agua de retorno.

A partir de la Figura 4.4, se puede calcular la cantidad de energía que se puede recuperar del proceso P1, el punto azul representa las condiciones de

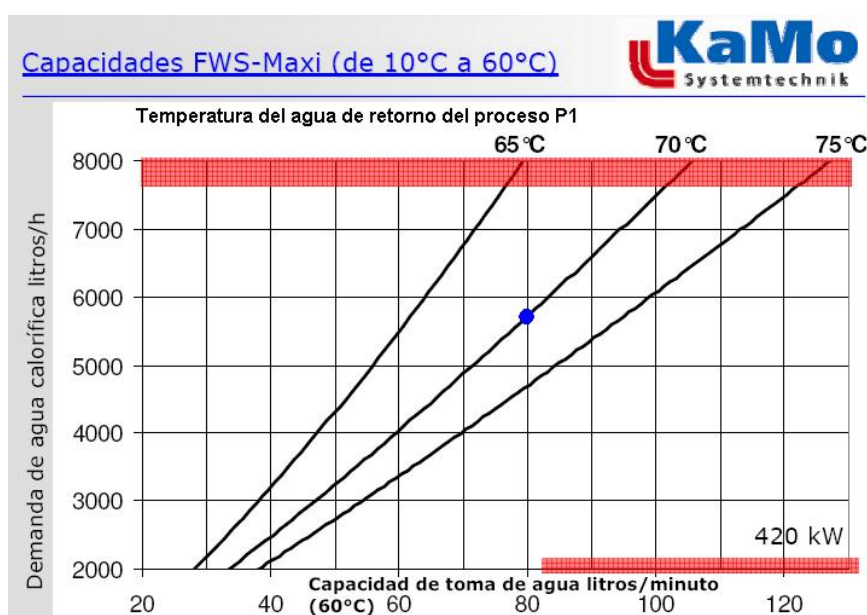


Figura 4.4 Respuesta de la estación en función de la temperatura de retorno del agua P1.

Fuente: Kamo



intercambio de calor. Así tenemos que si pasamos agua fría de 13 °C a 60 °C en una cantidad de 5.500 litros/h podemos recuperar 78.466 kWh de energía térmica.

#### 4.4.7.1 Bomba de circulación de la estación de AC

El sistema de bombeo de la estación instantánea de agua caliente se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18 Características de la bomba de la estación de AC.	
Marca	Wilo
Número	1
Modelo y marca	Grundfos UPS 32 – 60 F
Caudal, [L/h]	4.000
Pérdidas de carga, [m.c.a.]	4,5
Potencia eléctrica, [kW]	175

#### 4.4.7.2 Regulación del proceso

La centralita de regulación esta premontada, preajustada y precableada. La bomba lleva un control de revoluciones que depende de la temperatura y del caudal y permite la regulación rápida y exacta de la temperatura del agua caliente ajustada.

#### 4.4.7.3 Compatibilidad con el sistema de energía auxiliar

La instalación solar se integrará al sistema de al sistema de generación de energía térmica de la fábrica, que hará la función de sistema de energía auxiliar, el cual podrá cubrir la demanda térmica cuando la demanda térmica sea mayor que las previstas y las condiciones climáticas sean de poca incidencia de radiación solar. En la Tabla 19 se muestra las características de la caldera existente en la fábrica.

Tabla 19 Sistema de energía auxiliar.	
Tipo de Sistema	Caldera
Marca	CERNEY
Modelo	C/M600/a
Tipo de Combustible	Propano
Potencia (kWt)	600
Temperatura de servicio, [°C]	174,6

## 4.5 Justificación del interés público de la instalación

La instalación de generación de energía térmica en base a la tecnología solar-térmica, constituye una fuente inagotable de energía, *contribuye a la no utilización de combustibles convencionales y evita emisiones de CO<sub>2</sub>* a la atmósfera. La instalación no produce ningún tipo de emisiones ni vertidos al medio ambiente, por lo que su incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosión es nula. No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por el consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. La instalación de energía solar térmica es completamente silenciosa, evitando contaminación acústica. Asimismo, la instalación no emite ningún tipo de radiación electromagnética que pueda producir efectos nocivos a los organismos vivos. Los beneficios medioambientales de este tipo de instalaciones son importantes. La instalación programada prevé un aporte solar anual de 113.491 kWh y una recuperación de 58.466 kWh del proceso P1, haciendo un total de ahorro de energía de 171.957 kWh lo cual representa un ahorro neto de emisiones de 104.757 kg de CO<sub>2</sub>, que llegaría a 134.061 kg de CO<sub>2</sub> considerando la eficiencia de la caldera. El interés socio-económico de cualquier instalación solar térmica queda intrínsecamente demostrado ya que además de fomentar conciencia ecológica, contribuyen a la reducción de CO<sub>2</sub>, a la conservación del medio ambiente y posibilitan la paulatina independencia de los combustibles convencionales.

## 4.6 Otros consumos

Se prevén los siguientes consumos eléctricos anuales que se muestran en la Tabla 20.



Tabla 20 Consumos anuales eléctricos.	
Bombas Circuito Primario, [kWh]	983
Bombas Circuito Secundario, [kWh]	397
Estaciones producción ACS, [kWh]	91
Regulación y Control, [kWh]	21
Otros (válvulas motorizadas, etc.), [kWh]	10
Total anual (KWh)	1.502



## 5 Instalación de monitorización

---

Una vez vista la instalación, ya tenemos suficiente información para saber que podremos monitorizar. Por desgracia no siempre se puede monitorizar todo lo que se desearía.

La monitorización de la instalación solar térmica se efectuará con la idea de que el propietario de la instalación pueda tener mejor información de la misma que la que pueda proporcionar su factura de gasoil. Como se decía en el capítulo 3 la monitorización sirve entre otras cosas para detectar averías lo antes posible, pudiendo repararlas para volver al rendimiento para el que está diseñada la instalación sin tener que esperar a la factura.

Así pues no se trata de una monitorización de investigación por lo que el presupuesto para la realización de la misma será limitado y tendrá como objetivo satisfacer las necesidades de información que pueda tener el cliente.

A continuación se comentarán los elementos que se necesitarán para realizar la monitorización tanto de la propia instalación como exclusivos de la misma, los parámetros que se van a tener en cuenta en la monitorización, una herramienta de cálculo que se creará con el propósito de transformar la información registrada para facilitar su estudio y por último se creará un manual de instalación paso a paso.

## 5.1 Elementos de la instalación

Para la monitorización, no sólo es necesario utilizar elementos propios, sino que también es imprescindible emplear los elementos de medición que sirven para el funcionamiento de la instalación.

El controlador RESOL DeltaSol M además de realizar su función de “cerebro” de la instalación, se encarga de la lectura de los sensores. Se encargará de decodificar la señal emitida por los sensores a las magnitudes físicas correspondientes. Sin este elemento no se puede realizar la monitorización.

El controlador emplea sensores de temperatura en el campo de colectores y los depósitos para encender las bombas cuando la temperatura entre estas difiere en más de 7 °C. Estos sensores serán útiles para la monitorización, dándonos la información acerca de las temperaturas de los colectores y depósitos según la hora del día y día del año.

Existe instalado ya un calorímetro que evalúa la ganancia de calor que recibe el circuito secundario en el intercambiador que lo separa del circuito primario. El fin de la instalación solar térmica es transformar la mayor cantidad de radiación posible a energía térmica por lo que este elemento será imprescindible para medir ciertos parámetros de la instalación.

## 5.2 Elementos propios de la monitorización

### 5.2.1 Sensor de radiación

La colocación de un sensor de radiación se hace imprescindible para la medición de la energía solar recibida por el campo de colectores. Sin este dato no será posible el cálculo muchos de los parámetros en el siguiente apartado. Se instalará pues un sensor de radiación de base fotovoltaica de la marca RESOL (la misma que el controlador) modelo CS10 que proporcionará al



Figura 5.1 Sensor de radiación fotovoltaico  
Fuente: Resol

controlador la medida instantánea de la radiación global recibida. Para ello se colocará el sensor de radiación en el marco de un colector para que así tenga la misma inclinación y orientación que los propios colectores que forman el campo. En la Figura 5.1 se puede observar el sensor de radiación que se empleará en la instalación.

### 5.2.2 Sensor de temperatura exterior

La eficiencia de un campo de colectores depende de la diferencia de temperatura que existe entre los propios colectores y el ambiente. A mayor diferencia de temperatura, mayores serán las pérdidas del campo de colectores. Gracias al conocimiento de la temperatura exterior se podrá justificar en algunos casos un rendimiento menor de la instalación. La sonda de temperatura a instalar también será de la marca RESOL y será del tipo PT1000.



Figura 5.2 Sensor de temperatura exterior  
Fuente: Resol

### 5.2.3 Datalogger

El controlador registra los datos de los diferentes elementos de manera continua y en tiempo real, sin embargo para poder leer estos datos es preciso estar en el momento necesario frente al propio controlador, siendo esto bastante poco práctico. Por ello se pondrá junto a él un datalogger DL1 de la marca RESOL (misma marca que el controlador para facilitar su diálogo). La función de este datalogger será de grabar los datos del controlador cada intervalo de tiempo para así poder estudiarlos. Además el datalogger permite el acceso remoto tanto a los datos grabados para su descarga como a los datos en tiempo real de la instalación.

La memoria interna puede ser configurada y leída por el programa RESOL ServiceCenter o mediante la interfaz web integrada con un navegador de Internet estándar. El datalogger está equipado con 2 MB de memoria Flash.

Este equipo como se puede ver en la Figura 5.4 y la Figura 5.3 se conecta al regulador en la entrada VBUS la salida para conexión a un ordenador es un puerto RS232, que podrá conectarse directamente a un PC o a un módem para acceso remoto.

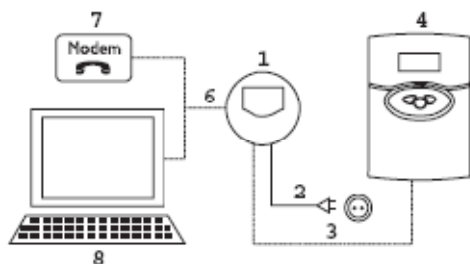


Figura 5.3 Conexiones del datalogger RESOL DL1  
Fuente: Resol

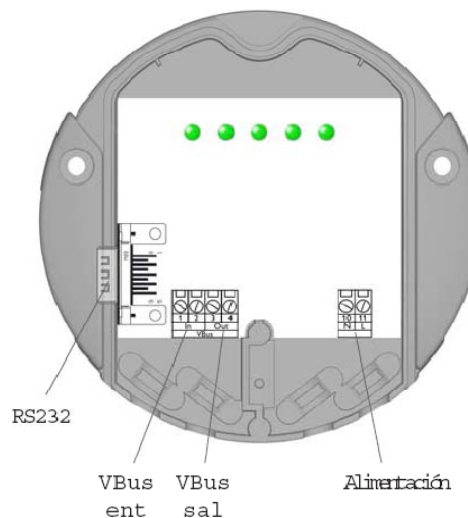


Figura 5.4 Conexiones del datalogger RESOL DL1  
Fuente: Resol

El datalogger se suministra con software (RESOL Service center) que instalado y configurado correctamente en un ordenador remoto permite la descarga de datos

para el análisis así como la posibilidad de dibujar un esquema que grabado en formato .jpg de imagen puede ser leído por el programa para la representación de las lecturas de los diferentes sensores de la instalación a tiempo real como se puede ver en la Figura 5.5

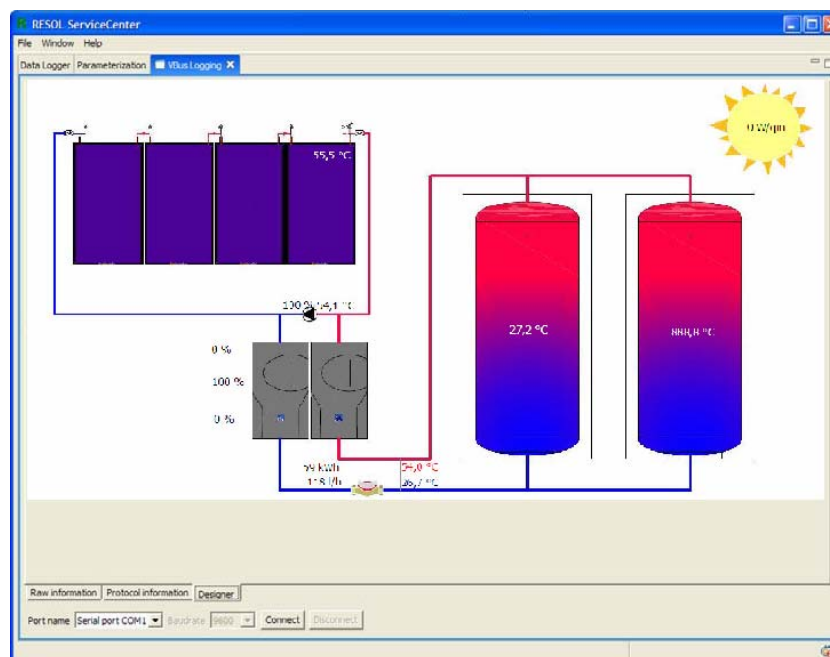


Figura 5.5 Acceso remoto a datalogger y controlador



## 5.2.4 Gateway

Un inconveniente que se encontró en el Datalogger era la necesidad de colocar el PC para la descarga de datos cerca del datalogger o de instalar un módem para la transmisión de datos. Ninguna de estas opciones se vio viable ya que tanto el datalogger como el controlador se encuentran en una nave lejos de las oficinas de la planta (donde se quería mantener el control de la instalación), por lo que la primera opción se descartó. La segunda opción requería la colocación de una línea telefónica fija o móvil (existen las dos posibilidades) exclusivamente para la transmisión de datos de la instalación lo que supone un coste mensual fijo.

Analizando las infraestructuras de la planta se encontró una toma de red Ethernet a una distancia de unos 10 metros del datalogger. Sin embargo el datalogger no era compatible con este tipo de red. Por ello se buscó una solución tecnológica llamada Gateway. Un Gateway es un convertidor de señal, en concreto se necesitaba convertir RS232 a Ethernet. Se encontró uno de la empresa Controltemp que cumplía con las necesidades.

En el dibujo esquemático de la Figura 5.6 se observa la función del Gateway para llevar poder acceder remotamente desde un ordenador al datalogger

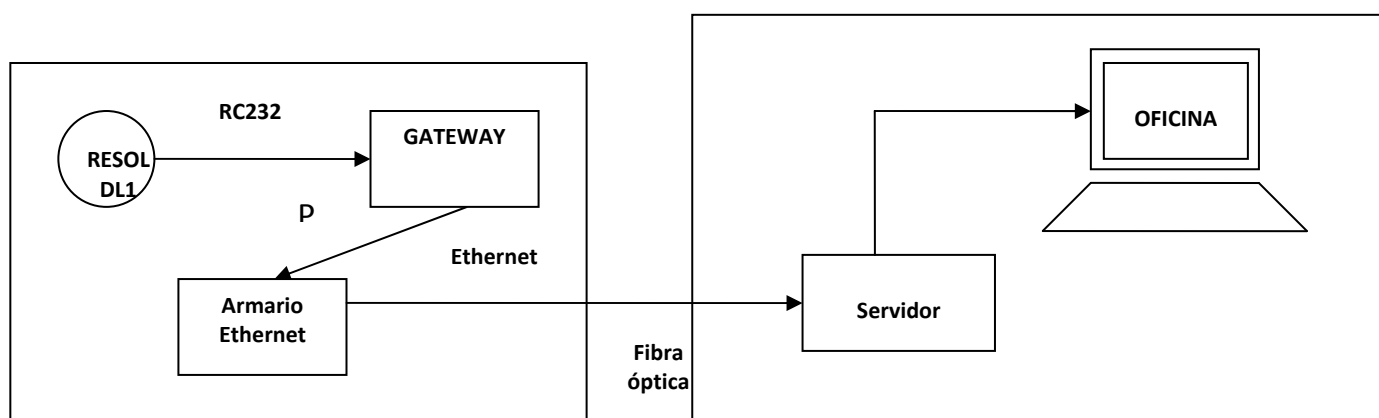


Figura 5.6 Esquema de acceso a Datalogger desde oficina



Figura 5.7 Conjunto datalogger y gateway

Con el fin de ahorrar tiempo, espacio y no dejar cableado suelto en la instalación de la monitorización se prefabricó en una caja de derivación el datalogger y el gateway con una regleta eléctrica y un carril DIN tal y como se puede observar en la Figura 5.7

## 5.3 Parámetros

A continuación se explica cómo conseguir cada uno de los parámetros que de los que dispondrá la monitorización con los elementos propios del sistema más alguno que se pueda añadir exclusivamente para la monitorización.

### 5.3.1 Calor entregado por el circuito solar

Éste parámetro medirá la energía que aporta el circuito solar gracias al calorímetro que hay situado en el circuito secundario junto al intercambiador de calor que hay entre el circuito secundario y el primario. En un periodo, la medida que registre este elemento al final del mismo restándole la medida registrada al inicio se obtendrá la producción de energía solar térmica que recibe el circuito secundario durante dicho período.

### 5.3.2 Temperatura de campo de colectores

Para el correcto funcionamiento de la instalación será importante que no se alcancen nunca temperaturas extremas. Gracias a que la instalación funciona con una mezcla de glicol y agua, no se alcanzarán temperaturas bajas que puedan dañar a la instalación sin embargo habrá que tener especial cuidado en que las temperaturas máximas no alcancen los límites dados por los fabricantes de los diferentes componentes.

### 5.3.3 Aprovechamiento

Éste parámetro mide el volumen de ACS diario que se obtiene por unidad de superficie. Para éste proyecto carece de interés ya que es un parámetro típicamente empleado en instalaciones solares para producción de ACS y no tendría sentido en una instalación de uso industrial como es el caso.

### 5.3.4 Eficiencia

La eficiencia de la instalación será la proporción de energía de origen que recibe el sistema sobre el total de la energía solar recibida por el campo de colectores. La eficiencia puede medirse en diferentes espacios de tiempo, como pueden ser la eficiencia diaria, semanal, mensual o anual. Para periodos de tiempo más cortos no tiene sentido medir la eficiencia ya que el funcionamiento o no de las bombas que dependen de la temperatura del depósito puede desvirtuar este parámetro.

La medición de este parámetro no podrá ser muy rigurosa ya que la energía solar se acumula en el mismo depósito en el que se va a calentar el agua con energía convencional por lo que la instalación de un calorímetro a la salida de este depósito no aportaría valores útiles. Por ello la medida de este parámetro se realizará utilizando la sonda de temperatura que tiene el depósito y la sonda de radiación.

$$\varepsilon_{IS}(t_0 \rightarrow t_1) = \frac{mc_p \sum_0^1 \Delta T_i}{\int_{t_0}^{t_1} SR \cdot A \cdot t}$$

La expresión en el numerador es el producto de la masa de agua en el depósito por el calor específico del agua (ambos constantes) por el sumatorio de los aumentos de temperatura que se dan en un periodo determinado de origen solar, para ello se contabilizarán sólo los aumentos de temperatura que

se producen antes de que arranque el sistema convencional (sobre media noche). En el denominador,  $SR$  es la medida de la radiación solar instantánea por unidad de superficie proporcionada por la sonda de radiación,  $A$  el área total de captación y  $t$  el intervalo de tiempo que hay entre las diferentes grabaciones de datos (más adelante se definirá cual será este intervalo)

El hecho de que este parámetro se mida con una sonda de temperatura en los depósitos puede no dar los resultados que se esperan ya que debido a la estratificación del agua en el depósito. La sonda medirá la temperatura del agua a una altura del depósito y no la temperatura media del agua.

Se contempló la posibilidad de instalar más sondas de temperatura en el depósito pero éste no estaba preparado para ello.

A la hora del análisis de datos se medirá también la eficiencia de la parte solar que tendrá un valor más certero aunque eso sí, no incluirá las pérdidas de los depósitos de acumulación. La eficiencia del circuito solar expresa la proporción de energía térmica que llega al circuito secundario respecto al total de la energía solar recibida por el campo de colectores. Para medir este parámetro serán necesarios los registros del calorímetro en la salida del intercambiador que nos dará la energía de origen solar que llega al circuito y el sensor de radiación que nos dará la energía solar recibida por el campo de colectores.

$$\varepsilon_{CS}(t_0 \rightarrow t_1) = \frac{kWh_1 - kWh_0}{\int_{t_0}^{t_1} SR \cdot A \cdot t}$$

Siendo  $kWh_i$  el valor registrado en el calorímetro al inicio y final del periodo a medir,  $SR$  la medida de la radiación solar instantánea por unidad de superficie proporcionada por la sonda de radiación,  $A$  el área total de captación y  $t$  el intervalo de tiempo que hay entre las diferentes grabaciones de datos.

### 5.3.5 Cobertura solar

Éste parámetro es la relación entre la energía solar aportada por el sistema y la demanda total de la energía. La energía solar aportada puede asociarse a la entregada por el circuito solar en cuyo caso se obtendrá la cobertura del circuito

solar, o asociarla a todo el sistema es decir, incluir las pérdidas en depósitos e intercambiadores.

Para el primero se emplearán los registros del calorímetro mientras que para el segundo se intentará estudiar con los sensores de temperatura situados en los depósitos.

La energía demanda de energía será calculada a partir de la temperatura de entrada del agua de red.

### **5.3.6 Eficiencia eléctrica**

Este valor es el número de kWh térmicos que se producen por cada kWh eléctrico consumido entre los diferentes elementos de la instalación, bombas, controlador... Éste parámetro no se puede calcular debido a que no existe un contador de energía eléctrica exclusivo para la instalación solar, sin embargo sí que se podrá estimar a partir de los valores de consumo de cada uno de los elementos.

### **5.3.7 Coste de la energía térmica de origen solar**

Este es el precio que tiene la energía solar y se obtiene de la división del precio de amortización anual de la instalación, entre la cantidad de energía cedida por la instalación a lo largo del año completo. Este parámetro es el que dirá si la instalación, además de cumplir con la concienciación ecológica, cumple con los requisitos económicos. Comparando el coste de la energía térmica de origen solar con el coste que tendría la compra de combustible que produjese la misma cantidad de energía, se sabrá hasta qué punto la instalación es rentable y en qué medida.

### **5.3.8 Período de recuperación de inversión**

Este parámetro es la cantidad de tiempo (años o meses) en la que se recupera la inversión que cuesta la instalación solar térmica. Para hallar este tiempo será necesario, calcular la energía que tiene que aportar la instalación para llegar al valor de la energía que produciría la cantidad de combustible con un coste equivalente al de la instalación solar más los costes de financiación de la misma.

## 5.4 Hoja de cálculo

Ni el controlador, ni el datalogger ni el software suministrado por la marca RESOL, tiene capacidad para el análisis de datos sino que se limitan a reproducir las lecturas de los sensores. Por ello se decidió realizar una hoja de cálculo que hallase los parámetros definidos en el apartado anterior.

La información grabada en el datalogger se recoge en archivos .txt que pueden fácilmente importarse como hoja de cálculo mostrándose como aparece en la Figura 5.8.

La información así leída es lo que denominaremos información bruta, que necesitará ser limpiada y procesada. Debido a que muchas de las entradas de que tiene el controlador para sensores no se emplean, aparece el valor 888,8 de temperatura, lo mismo ocurre con las lecturas de las salidas del controlador, no todas están asignadas a una bomba o actuador por lo que muchos registros son constantes cero. Todas las columnas con mencionadas serán eliminadas antes de analizar los datos.

Posteriormente la macro hará un resumen diario indicando: radiación total recibida, energía en el secundario (calorímetro), energía solar en depósito (por aumento de temperatura), temperatura máxima en campo de colectores, eficiencia. Un resumen diario realizado con la macro de dicha hoja se puede ver en el anexo 5.

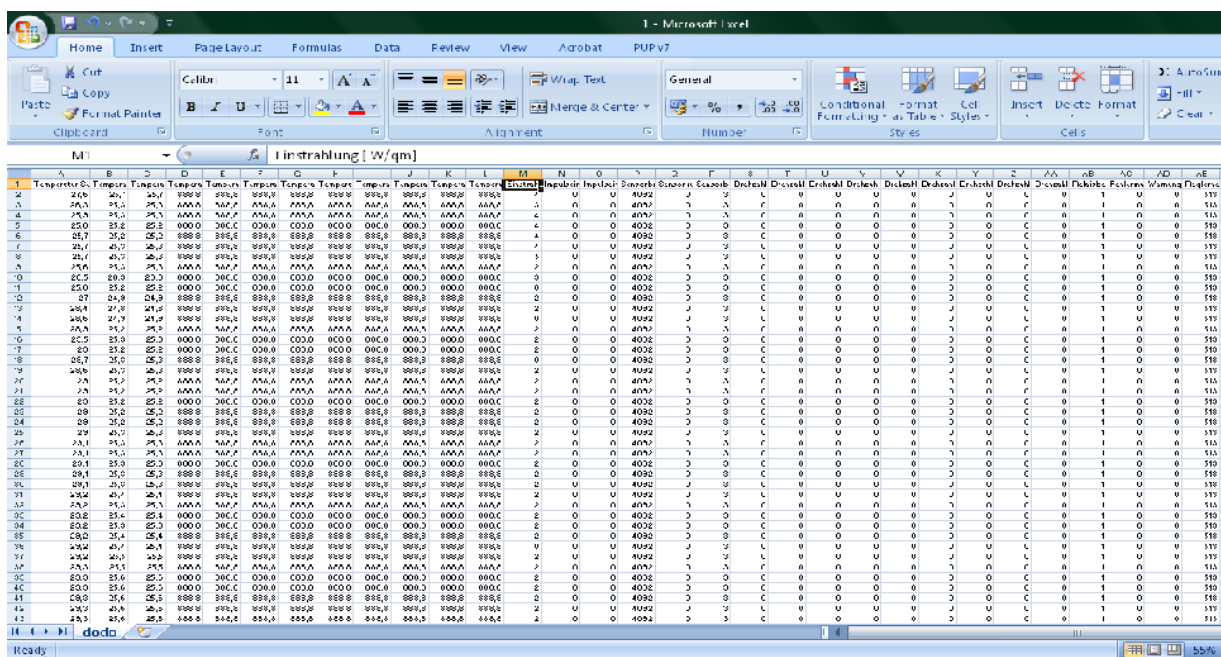


Figura 5.8 Información bruta importada a hoja de cálculo

## 6 Análisis de datos

---

Una vez instalada la monitorización es necesario esperar un tiempo para que esta recoja datos suficientes para realizar un estudio de los mismos.

La monitorización fue instalada finalmente el lunes día 31 de marzo de 2008 y desde las 13 horas de ese día ha estado recogiendo datos. A día 14 de Agosto de 2008, se grabaron los datos que hasta entonces había recogido. Por lo tanto el alcance del análisis de datos comprenderá los 135 días completos de los que se dispone de datos.

Quizá sea necesario recordar resumidamente el funcionamiento de la instalación que ya fue descrito en capítulo 4.

El proceso industrial precisa 5.500 litros de agua a 90°C de lunes a viernes a las 5 horas (proceso 1) y otros 5.500 litros de agua a 65°C de lunes a viernes a las 21 horas (proceso 2). Cada uno de los depósitos tiene capacidad para 7000 litros, para posibles variaciones de demanda.

La prioridad 1 será calentar los 7000 litros (1500 sobrantes del día anterior y 5500 nuevos) del depósito 1 hasta los 90°C. La prioridad 2 será calentar los 7000 litros (igual que el depósito 1) del depósito 2 hasta los 65°C. El agua del proceso 1 una vez utilizada se recoge y se hace pasar por un intercambiador de calor donde cede su calor al agua del depósito del proceso 2. En caso de que los dos depósitos estén a la temperatura necesaria y el campo solar siga absorbiendo energía, se activa un aerotermo para disiparla y así evitar el sobrecalentamiento de los colectores.

A continuación se analizarán los datos en detalle de 4 días consecutivos, para luego analizar el conjunto de los 135 días y por último comparar los resultados obtenidos con los esperados por la ingeniería.

## 6.1 Análisis en detalle de 4 días consecutivos

A la hora de elegir qué analizar con detalle se llegó a la conclusión de que no todos los días de la semana son iguales en el funcionamiento de la instalación, por ello era necesario analizar varios días, en los cuales el funcionamiento es distinto.

Para elegir estos días también se pensó que el hecho de que sean consecutivos facilita una visión global del conjunto.

Por ello se pensaron los siguientes días:

**Sábado y Domingo:** El proceso industrial para el cual se utiliza la instalación no funciona los fines de semana, por ello es interesante ver qué ocurre con la instalación los días que no hay demanda energética y como se comporta en lo que se refiere a sobrecalentamiento por la ausencia de dicha demanda.

**Viernes:** Ya que los sábados no se realiza el proceso 1, la energía recogida durante el viernes en el depósito 1 se mantiene (a excepción de las pérdidas) durante todo el fin de semana en dicho depósito. Por lo demás el funcionamiento es el mismo que pudiera tener otro día entre semana.

**Jueves:** El funcionamiento es el habitual entre semana y además es consecutivo respecto a los demás días.

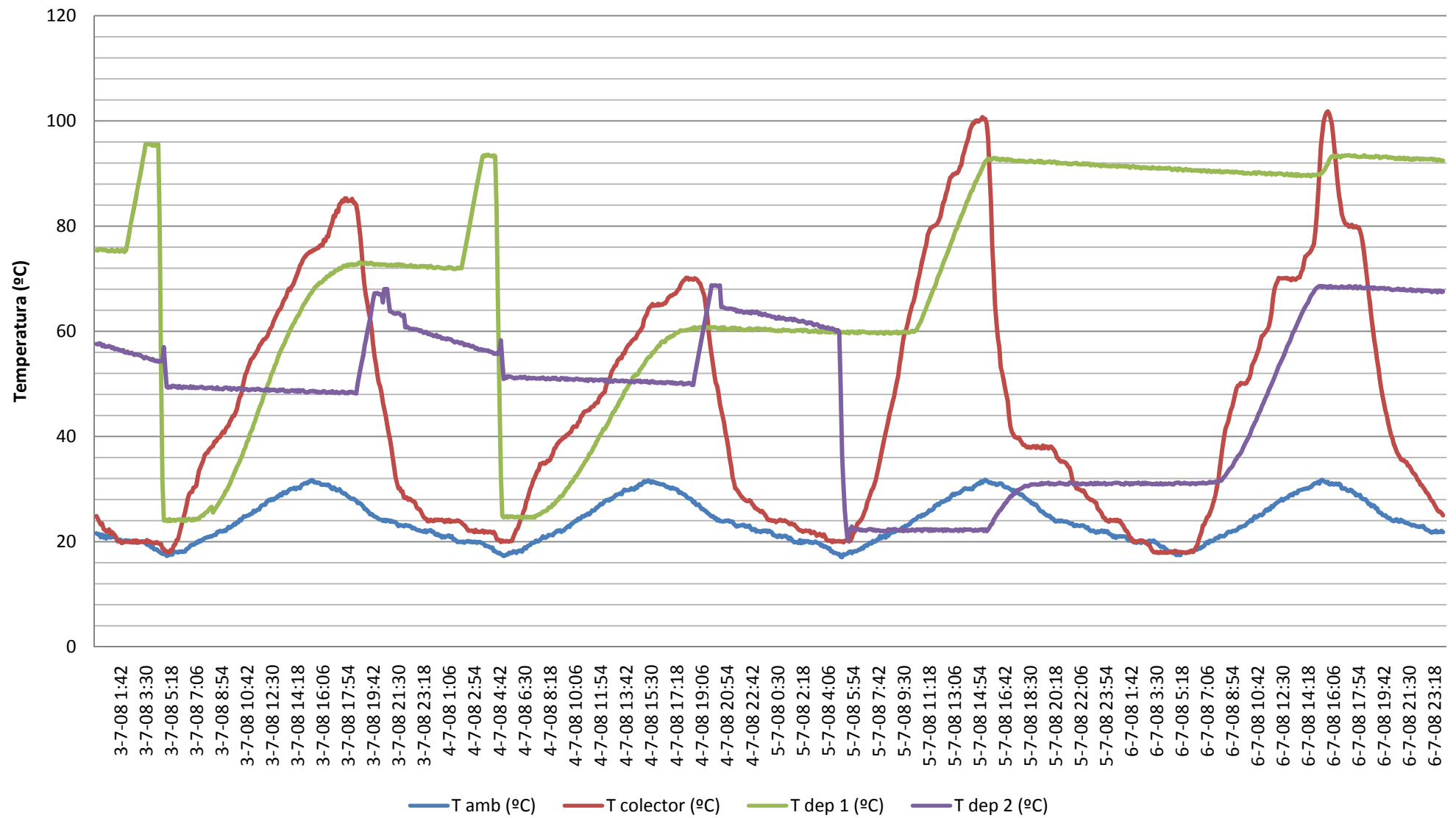
Así pues se analizarán los datos de cuatro días consecutivos de jueves a domingo. Como se disponen de 19 semanas diferentes, la condición para elegir uno de ellos es que incluya un fin de semana en el que el aerotermo se ponga en marcha para que el estudio sea más completo.

Finalmente se optó por los días 3, 4, 5 y 6 de julio de 2008. Los datos en bruto recogidos por la monitorización. Así pues estos datos son filtrados y limpiados con la hoja de cálculo descrita en el apartado 5.4

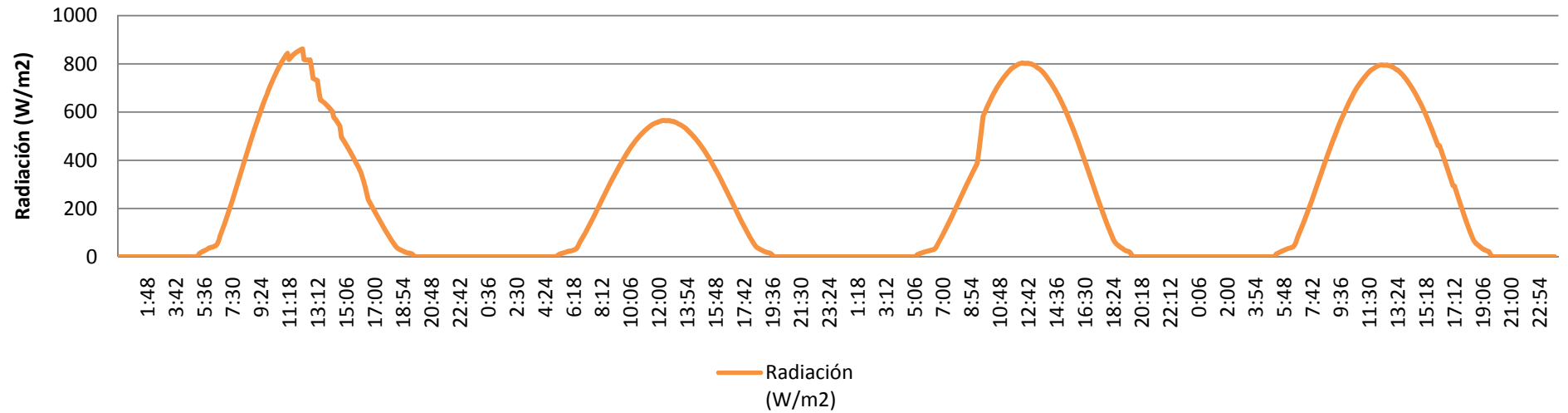
A continuación se presenta en la figura 6.1 un gráfico en el que se encuentra un resumen con las temperaturas monitorizadas más importantes (mostradas en anexo 5), del cual se pueden obtener interesantes conclusiones acerca del funcionamiento de la instalación durante estos días y por ende del funcionamiento de la instalación en general. También se presentan en una grafica a continuación los valores de la radiación que tuvieron lugar en los días analizados, así como la energía equivalente que supone frente a la energía cedida por el campo solar.



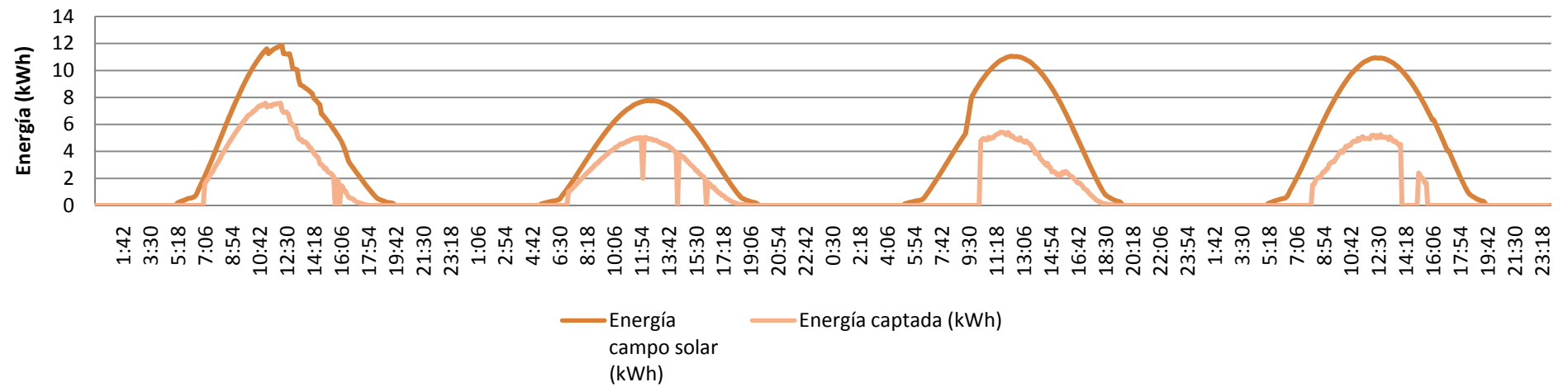
**Fig. 6.1 Principales Temperaturas del 3 al 6 de Julio**



**Fig 6.2 Radiación (W/m2)**



**Fig. 6.3 Energía (kWh)**



En la figura 6.1 se observa la evolución de las diferentes temperaturas a lo largo del tiempo. En la figura 6.2 se muestra la radiación recibida por el campo solar a lo largo del tiempo. Por último en la figura 6.3 se observa la energía recibida por el campo solar y la energía cedida por el mismo.

### 6.1.1 Temperatura ambiente

La curva azul representa el valor de la temperatura ambiente de la en el campo de colectores. Tiene una forma sinusoidal de frecuencia diaria. No se observa apenas variación entre cada uno de los días.

### 6.1.2 Temperatura máxima de colector

La curva roja indica el valor de la temperatura máxima de los colectores, reflejando el valor tomado a la salida del último colector de una serie. Se observa que la temperatura desciende en menos tiempo y con pendiente más uniforme que al aumentar. Esto es debido a que los aumentos de temperatura traen consigo el encendido de la bomba de circulación y consecuentemente la cesión de energía del campo solar al circuito secundario mientras que los descensos de temperatura se debe al descenso de la radiación. También se observa que tanto el sábado como el domingo se alcanza una temperatura por encima de los 100 °C mientras que el jueves no llega a los 90°C y el viernes se queda en un máximo de unos 70°C. La diferencia entre el jueves y el viernes es debida a la diferencia en la radiación (como se observa en la gráfica de la figura 6.2) de cada uno de estos días, sin embargo el sábado y el domingo la temperatura es mayor que el jueves pese a tener la misma radiación. Esto se debe, lógicamente, a la ausencia de demanda de energía en fin de semana que tiene la instalación.

### 6.1.3 Temperatura de depósitos

La curva verde indica el valor de la temperatura en el depósito 1 mientras que la curva violeta en el depósito 2. Las sondas de temperatura de los depósitos se encuentran 20 centímetros por encima de la base del depósito. En general se observan dos tipos de subidas de temperatura muy diferenciadas, las pronunciadas son causadas por el funcionamiento de la caldera auxiliar (en la mitad izquierda de la gráfica correspondiente al jueves y viernes), mientras que las menos pronunciadas por el funcionamiento de la instalación solar. Los descensos bruscos de las temperaturas en los depósitos son debidos a la entrada de agua de red en los mismos. Para el depósito 2 se observa que la

temperatura tras la entrada de agua de red es mayor puesto que pasa por el intercambiador de calor para recuperar energía del proceso 1 (excepto en sábado).

### 6.1.4 Radiación

En la figura 6.2 se observa la evolución de la radiación en los días estudiados. Se observa que los valores son similares a excepción del viernes, que es menor. Se deduce que el viernes fue un día nublado. Además el jueves tiene pequeñas variaciones en el periodo de máxima radiación, se deduce que se puede tratar de intervalos nubosos.

### 6.1.5 Energía

La curva que describe la energía del campo solar es proporcional a la radiación ya que esta energía es calculada a partir de ella. La proporción se obtiene de la siguiente ecuación:

$$E_{solar}(t_0 \rightarrow t_1) = A \int_{t_0}^{t_1} SR \cdot dt$$

Puesto que por cada intervalo de tiempo (6 minutos) que graba el datalogger sólo toma una medida de la radiación, se supone constante en todo el intervalo, quedando:

$$\begin{aligned} E_{solar}(kWh) &= A(m^2) \cdot t(h) \cdot \frac{kW}{1000W} \cdot SR\left(\frac{W}{m^2}\right) = \\ &= \frac{137,42 \cdot 0,1}{1000} \cdot SR\left(\frac{W}{m^2}\right) = 1,3742 \cdot 10^{-2} \cdot SR\left(\frac{W}{m^2}\right) \end{aligned}$$

La energía captada es la energía que pasa por el calorímetro en intercambiador del circuito solar.

La energía captada tiene un retraso diario respecto a la energía recibida por el campo solar. Esto es debido al tiempo que tardan los colectores en coger una temperatura superior a la del depósito correspondiente. Este retraso se hace más notable el sábado.

Los descensos bruscos de la energía captada son debidos a acercamientos de la temperatura del depósito a la temperatura del campo de colectores, que provoca la desconexión de las bombas de circulación.

También cabe destacar que la eficiencia, que no es otra cosa que la proporción entre la energía captada entre la recibida por el campo solar, es mayor por la mañana que por la tarde. Esto es debido a que la eficiencia del colector desciende al aumentar su temperatura frente a la temperatura ambiente.

### 6.1.6 Cambio de prioridad

Se observan dos cambios de prioridad en la gráfica. Mientras que la temperatura del depósito 1 no alcance los 90°C, la prioridad de la instalación solar es aumentar la temperatura de dicho depósito.

El sábado a las 15.30 horas se consigue cumplir dicho propósito y la instalación pasa a la prioridad 2, calentar el depósito 2. Al efectuarse dicho cambio la temperatura del depósito comienza a subir rápidamente mientras que la del campo de colectores baja bruscamente. En cuanto a la energía se refiere, se observa un pequeño aumento de la energía captada, esto es debido al aumento de la eficiencia de los colectores por la bajada de la temperatura.

El domingo a las 15.00 horas el depósito 2 alcanza los 65 °C por lo que al estar la temperatura del depósito 1 por debajo de los 90°C vuelve a la prioridad 1. La temperatura del depósito 2 deja de aumentar mientras que la del campo de colectores aumenta rápidamente hasta que llega a una temperatura en la que puede ceder calor al depósito 1, que empieza a aumentar su temperatura hasta los 90°C. En lo que a la energía se refiere, este cambio de prioridad provoca la ausencia de cesión de energía por parte del campo solar por la parada de las bombas de circulación.

### 6.1.7 Funcionamiento del aerotermo

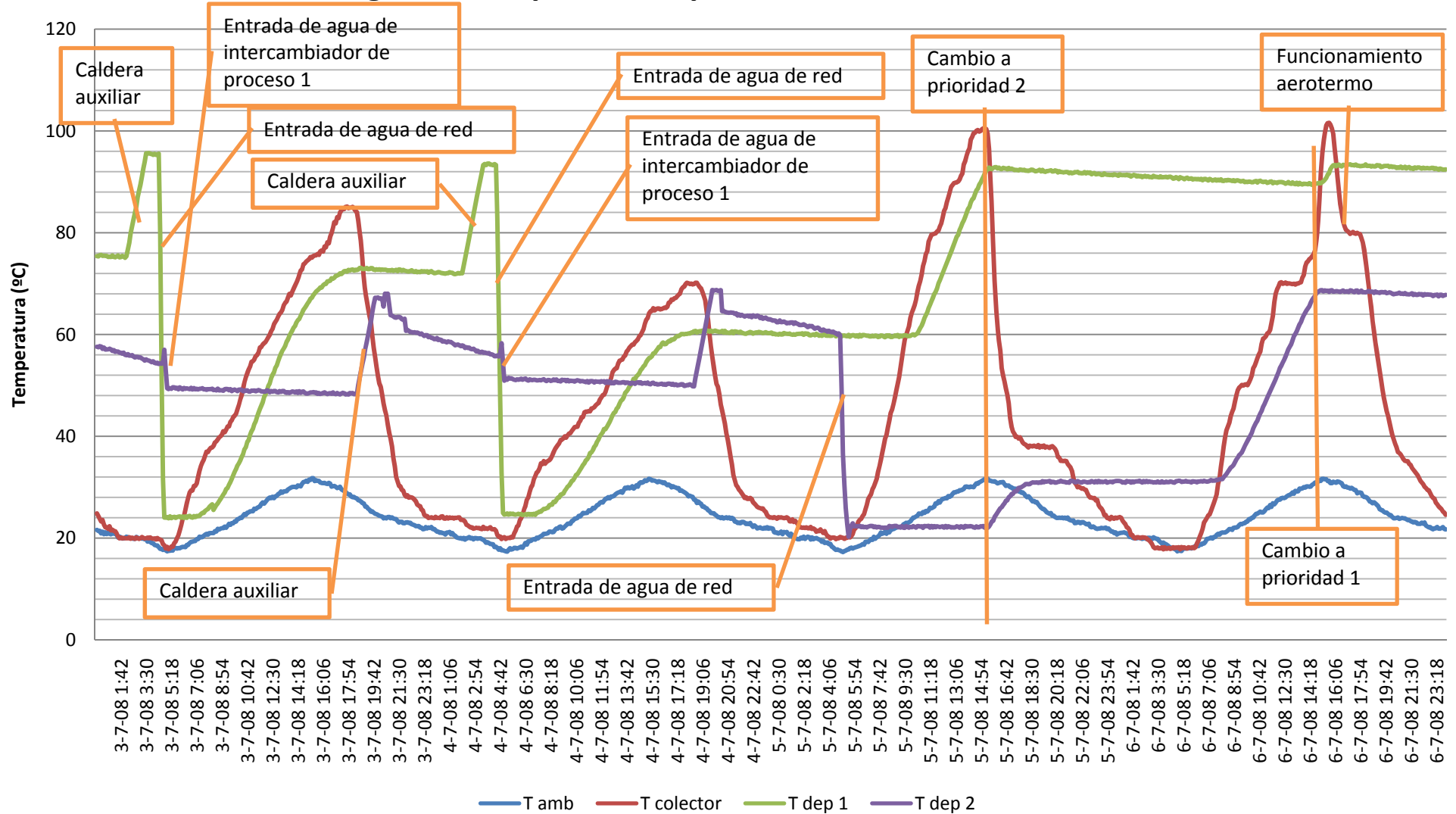
Poco tiempo después del retorno a la prioridad 1 se observa que el depósito 1 vuelve a tener su temperatura por encima de los 90°C. Al estar los dos depósitos a las temperaturas necesarias para sus respectivos procesos, la energía recogida por el campo solar deja de ser necesaria, por ello entra en funcionamiento el aerotermo con el fin de disipar la energía solar térmica y evitar así un sobrecalentamiento de los colectores. En cuanto a la energía se refiere, una vez se pone en marcha el aerotermo se observa que la cesión de energía por el campo solar se hace nula.



El aerotermo deja de funcionar cuando los colectores bajan de 80°C por ello se observa una recta corta a temperatura más bien constante.

Todos estos detalles del funcionamiento de la instalación solar térmica se pueden observar en la figura 6.4. Esta figura es la misma que la 6.1 sólo que con notas indicando lo descrito anteriormente.

**Fig 6.4 Principales Temperaturas del 3 al 6 de Julio**



## 6.2 Análisis del periodo completo

Una vez visto en detalle la evolución de las principales variables de la instalación en este periodo, se realiza un resumen de cada uno de los días. No todas las variables de las que se tomaban medidas instantáneas tienen sentido incluirlas en el resumen diario. Igualmente, habrá variables que sólo tiene sentido en el resumen diario.

Para realizar el resumen diario se incluirán las siguientes variables:

### 6.2.1 Irradiación diaria (kWh/m<sup>2</sup>)

Cantidad de energía solar recogida por la instalación por unidad de superficie, para calcularla habrá que

$$I_{solar}(t_0 \rightarrow t_1) = \int_{t_0}^{t_1} SR \cdot dt$$

Teniendo en cuenta que los intervalos son de 6 minutos (0,1 horas)

$$I_{diaria}(kWh/m^2) = \frac{kW}{1000W} \sum SR \cdot \Delta t = 10^{-4} \sum SR$$

### 6.2.2 Energía solar diaria (kWh)

Cantidad de energía solar recibida por la superficie total de los colectores. Para ello habrá que multiplicar el resultado de la ecuación anterior por el área total de captación (137,42 m<sup>2</sup>)

$$I_{diaria}(kWh) = 1,3742 \cdot 10^{-2} \sum SR$$

Temperatura máxima circuito solar

Es el mayor valor de la temperatura del circuito registrada para cada día

$$T_{solar\ max} (^{\circ}C) = \max(T_i)_{i=0:00}^{i=24:00}$$



### 6.2.3 Aportado solar

Es la cantidad de energía recogida por el circuito colector, es la diferencia entre el valor del calorímetro al final del día y al inicio del día.

$$E_{\text{circuito solar}} (kWh) = E_{\text{calorímetro } 24h} - E_{\text{calorímetro } 0h}$$

### 6.2.4 Eficiencia

La eficiencia del circuito solar es la proporción entre la energía aportada por el circuito solar y el total de la energía recibida por el campo colector. La eficiencia puede evaluarse para cualquier periodo de tiempo, pero carece de sentido hacerlo en periodos menores a un día, por poder estar desvirtuado. El cálculo diario se hace de la siguiente manera.

$$\varepsilon_{CS} () = \frac{E_{\text{circuito solar}}(kWh)}{I_{\text{diaria}} (kWh)}$$

### 6.2.5 Energía recuperada

Además de la energía proporcionada por la instalación solar hay que añadir la energía recuperada por el intercambiador de calor que aprovecha la energía del proceso 1 para el proceso 2. El cálculo de esta energía se realiza de la siguiente manera.

Puesto que no se tiene valor de la temperatura del agua de red se toma el valor medio de la temperatura de red de la provincia de Zaragoza de CENSOLAR según el mes. Se estima que la cantidad de agua que permanece en el depósito es de 1.500 litros y el agua de red que circula a través del recuperador de calor es 5.500 litros. Así pues la energía recuperada será:

$$E_{\text{recuperada}} = m \cdot c_p \cdot \Delta T = c_p (7T_o - 1,5T_i - 5,5T_{\text{red}})$$

Siendo  $T_o$  la temperatura del agua después de la entrada del agua de recuperación,  $T_i$  la temperatura del agua antes de la entrada del agua de recuperación y  $T_{\text{red}}$  la temperatura del agua de red.

## 6.2.6 Energía total instalación

Se entiende como el conjunto de energía aportado por la instalación incluyendo el campo solar y el intercambiador de recuperación.

## 6.2.7 Energía total necesaria

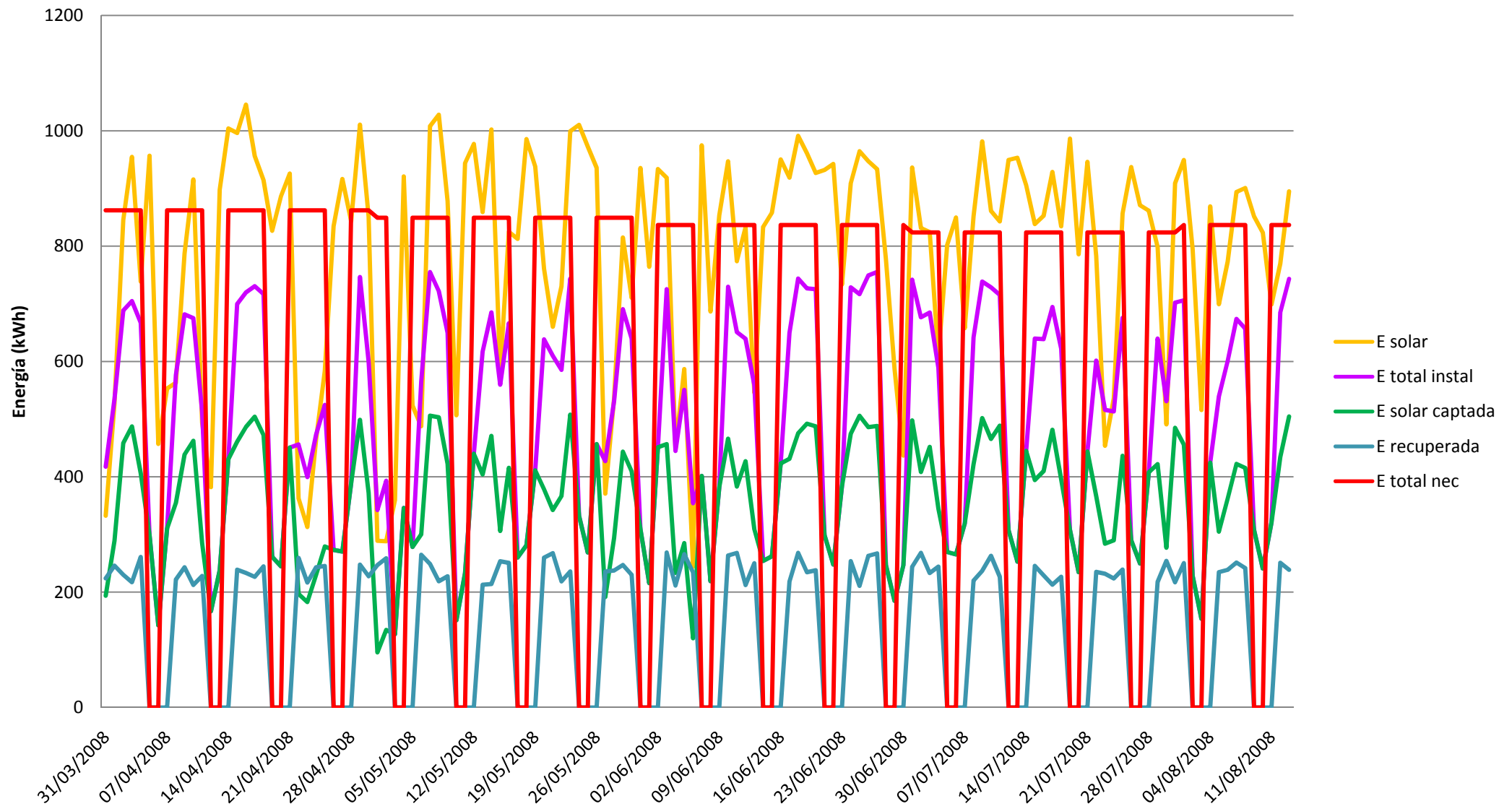
Es la energía que se precisa para completar los procesos 1 y 2. Puesto que estos procesos no se efectúan a diario sino simplemente en laborables, la energía necesaria en fines de semana es cero. Para hallar la energía necesaria

$$E_{necesaria} (kWh) = m_1 \cdot C_p \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot C_p \cdot \Delta T_2$$

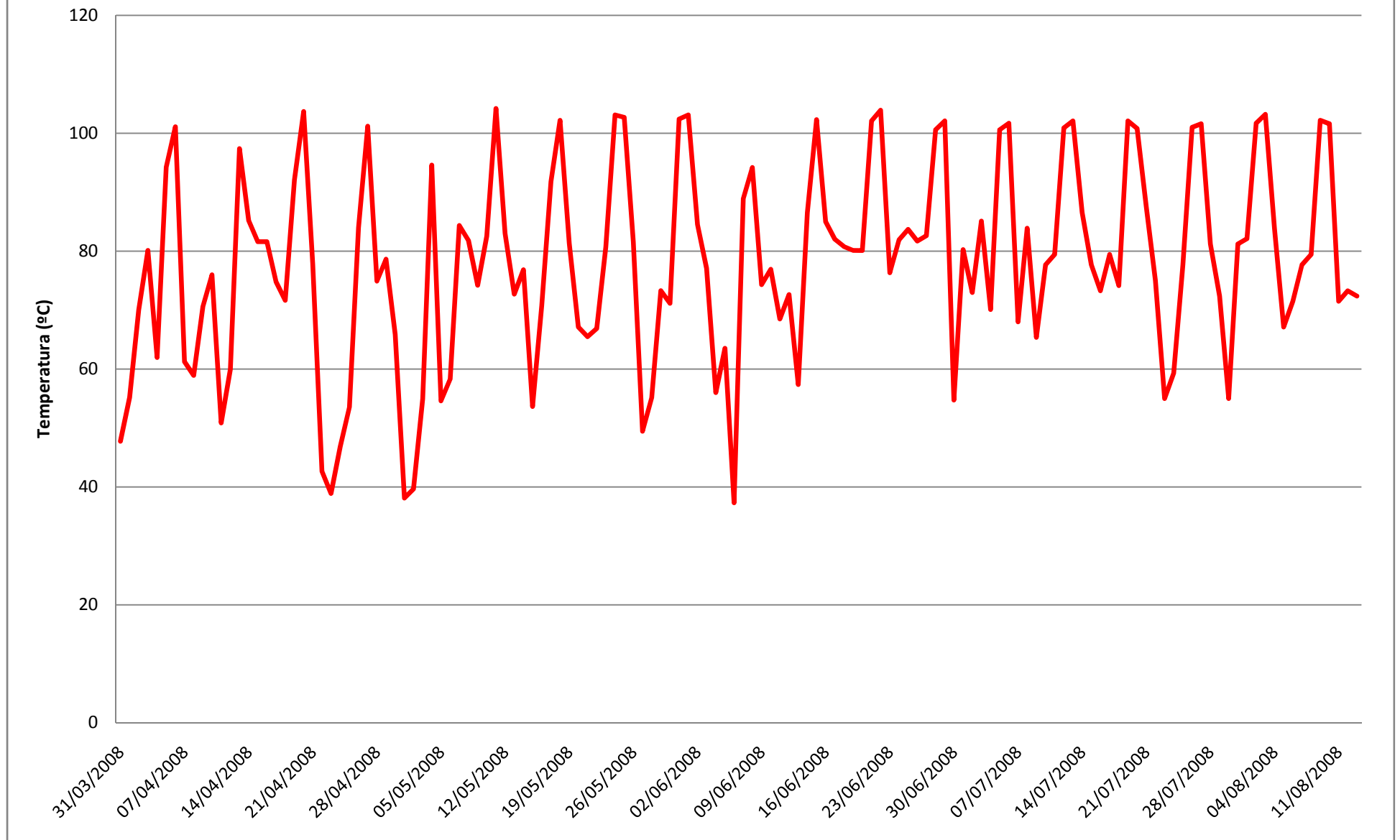
Donde  $m_1$  y  $m_2$  son las masas de agua de cada uno de los depósitos,  $C$  es el calor específico del agua y  $\Delta T$  el incremento de temperatura entre la temperatura de agua de red y la temperatura necesaria para cada proceso (90 y 65°C)

Así pues una vez introducidas las variables del resumen diario, se adjunta una tabla en el anexo 6 con todos estos valores para el periodo estudiado.

**Fig. 6.5 Energía**



**Fig. 6.6 Temperatura máxima diaria en colector**



Las gráficas anteriores muestran gráficamente los valores de las tablas que se pueden ver en el anexo 6. En gráfico 6.5 se puede ver la evolución de las diferentes energías que afectan a la instalación. La energía solar (naranja) es la radiación total sobre el campo colector, la energía solar captada (verde) es la energía captada por el campo solar a partir de la energía solar, la energía recuperada (azul) es la energía aportada por la recuperación del agua usada en el proceso 1 para el proceso 2, la energía total instalación (violeta) no es otra que la suma de las dos anteriores mientras que la energía total necesaria (rojo) es la energía necesaria para suministrar el agua para los dos procesos.

La evolución de la energía solar cabe destacar que los días en los que es mayor son en abril, que no es ni mucho de los meses estudiados el mes con mayor cantidad de horas de luz. Esto puede ser debido, en parte, a la inclinación de los colectores 50° favorece la captación de energía en invierno en detrimento de la captación en los meses de verano. También se observa en esta curva la variabilidad de la misma con un rango de 244 kWh hasta los 1045 kWh, esto es menos de la cuarta parte de la energía en un día supuestamente nublado respecto a uno supuestamente claro.

La evolución de la energía solar aportada es más regular aún siendo proporcional a la anterior. Esto es debido en parte a que los días de mayor radiación el rendimiento baja frente a los días de menor radiación. Se observa también que los fines de semana la energía solar aportada desciende.

La energía recuperada es más o menos constante de martes a viernes y nula de sábado a lunes. Como es lógico, puesto que en fin de semana no se recupera energía del proceso 1 y los lunes tampoco por estar el depósito con el calor acumulado en fin de semana.

La energía total de la instalación es muy variable, por influencia de la energía recuperada. Los fines de semana y los lunes la energía total coincide con la energía solar. Pese a que en ningún momento alcanza la energía necesaria si se observa que tiene supone una buena parte del área de ésta curva, especialmente teniendo en cuenta que los fines de de semana la energía necesaria decae hasta cero.

La energía total necesaria es prácticamente constante de lunes a viernes, tiene ligeras variaciones según el mes por cambios en la temperatura de agua de red. Los fines de semana ésta energía es nula.

Respecto a la curva de la figura 6.6 se puede comentar que la temperatura máxima diaria registrada tiene también una alta variabilidad, pese a tener un límite superior unos grados por encima de los 100°C definido por la entrada en funcionamiento del aerotermo, esto ocurre exclusivamente los fines de semana cuando la demanda es nula. La temperatura máxima más baja registrada en este período es 37,3 °C.

Por último una vez visto los valores de las diferentes variables diarias, se medirán las variables por el periodo completo registrado. Al igual que ocurría anteriormente, habrá variables que carecen de interés para este periodo de tiempo pero también aparece una variable que no tiene sentido valorar en periodos diarios. Las variables para el periodo completo son las siguientes:

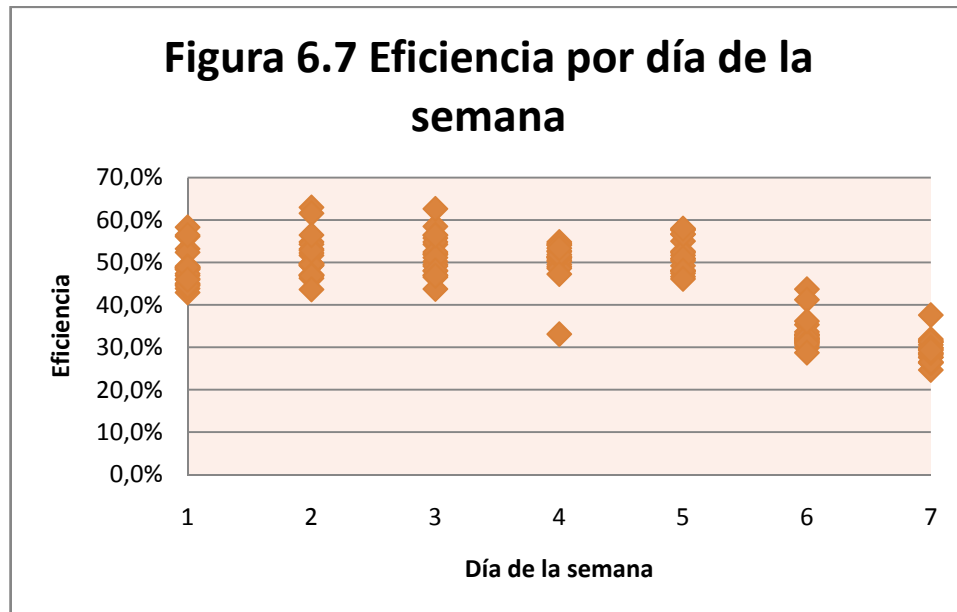
### 6.2.8 Rendimiento del circuito colector

$$\varepsilon_{CS} () = \frac{\sum E_{circuito\ solar}(kWh)}{\sum I_{total} (kWh)}$$

Su cálculo es igual que anteriormente sólo que, tanto la energía como la radiación que se emplean, son totales por todo cada mes registrado y por el periodo completo. Los valores del mes de agosto sólo son hasta el día 12, por lo que no considera el mes completo.

Mes	ε
Abril	45,3%
Mayo	43,9%
Junio	44,5%
Julio	45,5%
Agosto	43,9%
TOTAL	44,7%

Otra manera interesante de visualizar el rendimiento es hacerlo por el día de la semana, al tener una demanda variable a lo largo de la semana se pueden apreciar cambios entre cada uno de los días. En el gráfico de la figura 6.7 se pueden ver los valores de la eficiencia ordenados por día de la semana.



Por lo que se puede observar, exceptuando un valor de la eficiencia diaria de un jueves festivo, ésta se sitúa en los mismos rangos de valores de lunes a viernes. Los fines de semana, al no haber demanda y los depósitos almacenar la energía acumulada a partir del viernes, la eficiencia desciende, acentuándose más en el caso de los domingos.

### 6.2.9 Fracción solar

Esta variable es interesante medirla por meses y por año completo. Al carecer de datos del año completo se mide por meses disponibles y por periodo completo. Es una de las variables más interesantes que puede medirse en una instalación solar térmica, ya que proporciona la relación de energía solar útil con la energía total empleada por la instalación. La energía empleada se calcula a partir de la temperatura de entrada de agua de red, tomando los valores de CENSOLAR, como ocurría anteriormente. No se consideran las pérdidas.

$$F_{solar} \text{ } O_i = \frac{\sum_i E_{circuito\ solar}(kWh)}{\sum_i E_{necesaria} (kWh)}$$

Para evaluar el proceso de recuperación de calor, se introduce una variable análoga a la fracción solar: fracción recuperada. Sería la relación entre la energía recuperada y la energía necesaria para el proceso 2.

$$F_{recuperada} \text{ } O_i = \frac{\sum_i E_{recuperada}(kWh)}{\sum_i E_{necesaria} (kWh)}$$

Así pues en la siguiente tabla se pueden observar los valores de la fracción solar, la fracción recuperada y la fracción conjunta (suma de las anteriores). Cabe destacar que estos valores no incluyen las pérdidas de los depósitos. Los valores del mes de agosto sólo son hasta el día 12, por lo que no considera el mes completo.

Mes	Fsolar	Frecup	Ftotal
Abril	57,1%	23,6%	80,7%
Mayo	57,3%	24,8%	82,1%
Junio	62,1%	22,4%	84,5%
Julio	57,1%	23,6%	80,7%
Agosto	60,8%	22,7%	83,4%
TOTAL	58,4%	22,9%	81,2%

## 6.2.10 Eficiencia eléctrica

Igualmente que las variables anteriores, la eficiencia eléctrica no tiene sentido hallarla para períodos cortos de tiempo, ya que la información acerca del consumo eléctrico es una media y no se tiene información real sobre el consumo instantáneo. Para períodos cortos, el consumo medio podría estar muy alejado del consumo real por lo que la eficiencia eléctrica no sería un dato fiable.

Para el cálculo de la eficiencia eléctrica se emplea la siguiente ecuación:

$$\varepsilon_{\text{eléctrica}} () = \frac{E_{\text{total instalación}} (kWh)}{E_{\text{eléctrica media}} (kWh)}$$

Así pues en la siguiente tabla se pueden observar los valores de la eficiencia eléctrica (parte solar más recuperación de calor) en los meses completos de los que se disponen de datos.

Mes	$\varepsilon_{\text{elec}}$
Abril	116,5
Mayo	117,6
Junio	117,2
Julio	128,5
Total	120,0



Como media en los meses de los que se dispone de datos la energía eléctrica empleada en el funcionamiento de la instalación ha supuesto un aporte 120 veces superior en energía térmica.

### 6.3 Comparativa entre datos estimados en proyecto y datos reales

Además del análisis de la instalación visto en los apartados anteriores, la monitorización nos permite hacer una comparativa entre los datos calculados antes del montaje de la instalación y los datos del funcionamiento real de la instalación. Así pues, en este apartado, se muestra dicha comparativa.

Primeramente, se recordarán los valores calculados por la ingeniería de la instalación. Se incluyen únicamente los meses completos que se han medido con la monitorización.

A continuación en la Tabla 21, se pueden ver dichos valores.

Tabla 21 Características generales de la instalación solar calculadas por ingeniería

Mes	Radiación incidente (kWh)	Demanda (kWh)	Aportado solar (kWh)	Energía recuperada (kWh)	Fracción solar	% Energía recuperada	Ahorro total	Rto instalación
ABRIL	22.537,69	17.299,98	10.124,06	4.704,16	58,5%	27,2%	85,7%	44,9%
MAYO	24.266,63	18.947,59	11.469,59	5.152,18	60,5%	27,2%	87,7%	47,3%
JUNIO	25.791,88	17.299,98	11.481,07	4.704,16	66,4%	27,2%	93,6%	44,5%
JULIO	27.940,01	18.123,78	12.734,77	4.928,17	70,3%	27,2%	97,5%	45,6%

Tabla 22 Características generales de la instalación solar obtenidas por la monitorización

Mes	Radiación incidente (kWh)	Demanda (kWh)	Aportado solar (kWh)	Energía recuperada (kWh)	Fracción solar	% Energía recuperada	Ahorro total	Rto instalación
ABRIL	22.810,35	18.123,78	10.344,45	4.285,21	57,1%	23,6%	80,7%	45,3%
MAYO	23.655,67	18.123,78	10.390,35	4.491,68	57,3%	24,8%	82,1%	43,9%
JUNIO	24.116,38	17.299,98	10.743,03	3.869,15	62,1%	22,4%	84,5%	44,5%
JULIO	25.528,40	18.947,59	11.618,33	4.524,89	61,3%	23,9%	85,2%	45,5%

En la Tabla 22 se pueden observar los datos recogidos por la monitorización. Cabe destacar que estos datos no incluyen las pérdidas, así pues se deben tomar como valores ligeramente mayores que los que realmente aporta la instalación a los diferentes procesos.

### **6.3.1 Comparativa de radiación**

A excepción del valor del mes de abril, la radiación calculada por la ingeniería es menor, en términos globales, que la registrada por la monitorización. Al estudiar una instalación, se emplean datos climáticos promedio, la variación de estos valores es normal.

### **6.3.2 Comparativa de la demanda**

A excepción del mes de junio existen diferencias entre la demanda estudiada y la tomada para el estudio de los datos de la monitorización. La variación es exclusivamente por la diferencia entre la cantidad de días laborales, de cada uno de los meses, entre el estudio y el año 2008 en el que se recogieron los datos.

### **6.3.3 Comparativa de la energía solar aportada**

La energía solar aportada no es relevante por sí sola, al igual que la fracción solar, dependerá de la radiación recibida por la instalación. Sin embargo, el rendimiento, que es la relación entre estas si se observa que los valores son muy similares. Como se decía anteriormente, los datos de la monitorización no incluyen las pérdidas.

### **6.3.4 Comparativa de la energía recuperada del proceso 1**

Mientras que los resultados obtenidos en la monitorización para los casos anteriores pueden ser aceptables, en este punto se observa una diferencia mayor entre los valores calculados por la ingeniería y los valores reales. Esta diferencia puede ser ocasionada por tres motivos: fallo en la ingeniería, problemas en la monitorización de este parámetro y/o diferencias entre la instalación calculada y la instalación montada.

Estudiando cada motivo, se observa que: la regulación de la instalación recupera energía del proceso 1, cuatro días por semana en lugar de cinco. Esto se hizo con el fin de proteger la instalación contra sobrecalentamiento en fines de semana, ya que la instalación del aerotermo se realizó con posterioridad.

## 7 Análisis económico de la instalación de monitorización

---

Como se comentaba en el capítulo 4 sobre los conceptos de monitorización el coste máximo para la monitorización de una instalación solar térmica es del 5 % del coste total de la instalación.

En el capítulo siguiente sobre el análisis de la instalación se decía el precio que pago el propietario por la instalación solar térmica siendo este de exactamente 99.184,08 €, por ello se deduce que el presupuesto para la monitorización de la instalación no debería superar los 4.959,20 €.

Como se puede comprobar en la tabla 7.1 los costes no superan los máximos establecidos pero aún así se consideran altos puesto que la monitorización es para uso exclusivo del propietario de la instalación y los resultados que se obtengan serán para conocer si la instalación funciona correctamente y el ahorro económicos que esta supondrá.

En caso de que la monitorización tuviera el objetivo de dar información a una empresa especializada en instalaciones de energía solar térmica sería un coste aceptable.

El hecho de que se consideren altos viene como consecuencia en gran medida a que se trata de la primera monitorización realizada por la empresa, por lo tanto la ausencia de experiencia previa supuso una prolongación del tiempo necesario para realizarlo, especialmente en lo que se refiere a pruebas de comunicación entre los componentes así como en la adquisición de los mismos.



TABLA 7.1 COSTES DE LA MONITORIZACIÓN

MANO DE OBRA								
				Sueldo	Coste año	Horas año	Dietas	
M.O.D	Encargado	10	horas	27.000,00 €	37.503,00 €	1.756	17,50 €	231,07 €
Ingeniería	Ingeniero técnico	160	horas	20.000,00 €	27.780,00 €	1.756		2.531,21 €
Subtotal								2.762,28 €
GASTOS DE EXPLOTACIÓN								
				Renting	Gasolina	Peajes		
Transporte	Turismo	580	km	22,73 €	41,76	12		76,49 €
Amortización herramienta (2 €/hora MOD)								20,00 €
Subtotal								96,49 €
SUMINISTROS								
Datalogger								276,08 €
Gateway								216,46 €
Alimentador gateway								27,00 €
Termómetro								58,00 €
Sensor de radiación								58,00 €
Caja equipos								23,20 €
Cable RJ 45								7,00 €
Cable sensor radiación								2,00 €
Cable alimentación								2,00 €
Subtotal								669,74 €
TOTAL								3.528,50 €

## 8 Conclusiones y trabajos futuros

---

Este capítulo resume y analiza, el conjunto del documento y de manera particular, de los resultados en el capítulo 6 referente al análisis de los datos obtenidos por la instalación.

### 8.1 Conclusiones del análisis

Primeramente se debe mencionar que la monitorización ha funcionado correctamente y son fallos durante el periodo medido, pese a ser la primera monitorización montada por la empresa. También se puede mencionar que no ha existido ningún corte eléctrico en la ubicación de la monitorización que hubiera podido provocar el cese de registro de datos.

#### 8.1.1 Análisis en detalle de 4 días

Se puede concluir que el comportamiento de la instalación obedece a lo esperado. Se pudieron identificar sin problema las irregularidades en las curvas de energía y temperaturas como se observa en el apartado 6.1. Las curvas obedecen al comportamiento normal de la instalación. Otras irregularidades, como las surgidas en la radiación recibida pueden achacarse al paso transitorio de nubes.

#### 8.1.2 Análisis del periodo completo

Al igual que en el caso anterior, los valores registrados obedecen al correcto funcionamiento de la instalación. Todos los valores anormales se han podido identificar, tal y como ocurría, en valor bajo del rendimiento entre

semana, que correspondía a un día festivo. Como punto negativo, se puede decir que se echa en falta más datos, por lo menos los recogidos durante un año por la monitorización.

### **8.1.3 Comparativa entre ingeniería y datos recogidos**

A excepción de los valores de la energía recuperada del proceso 1, los valores medidos por la monitorización en general son aceptables o esperados para la instalación, pese a que no incluyan las pérdidas.

Los datos recogidos de la energía recuperada no son los esperados y tal y como se comenta en el apartado correspondiente, como ya se apuntaba en el apartado 6.3 esta diferencia radica en un cambio en la regulación del sistema. Puesto que el aerotermo de la instalación no se instaló a la vez que el resto de los componentes con el objeto de proteger la instalación contra sobrecalentamiento se reguló el sistema de la siguiente manera: el depósito 2 se llena completamente en sábado, en lugar de parcialmente (sólo si el depósito 2 no está lleno puede recuperarse la energía del proceso 1). Este detalle debería haberse corregido después de la instalación del aerotermo.

## **8.2 Mejoras propuestas**

### **8.2.1 Mejoras en la monitorización**

Una de las desventajas de la monitorización es que no puede calcular fehacientemente las pérdidas sufridas por la instalación más allá de las del circuito solar que están incluidas en los valores recogidos por el calorímetro. Sin embargo el cálculo de dichas pérdidas resulta muy complicado teniendo en cuenta la limitación de presupuesto.

Tal y como se apuntaba en el apartado 6.3 la diferencia entre el valor de la energía recuperada calculada y la energía recuperada puede ser debida en parte a que de la monitorización estima esta energía a partir de un aumento de la temperatura del depósito 2. Como mejora, se podría instalar un calorímetro en el intercambiador de calor de la recuperación.

### **8.2.2 Mejoras en la instalación**

Durante el montaje de la instalación, el aerotermo fue suministrado e instalado más tarde que el resto de la instalación. Para evitar riesgos de sobrecalentamiento, se modificó la regulación como se apuntaba en el apartado

8.1.3. Una vez instalado el aerotermo no se cambió la regulación para así, tener la instalación como se había previsto en la ingeniería.

La regulación debería cambiarse ya que así se aprovecha mejor la recuperación de calor. Durante los meses de verano, que son los que se estudian en el presente documento, la diferencia en la regulación no influye negativamente. Si se aprovechara la energía que se pierde al no recuperar el calor la madrugada de lunes, una energía equivalente tendría que ser disipada previamente por el aerotermo durante el fin de semana, ya que, el depósito 2 no está lleno. Esta situación cambia en los meses de invierno, la instalación no necesitaría dispar energía durante el fin de semana, por ello es recomendable que se modifique la regulación.

## 8.3 Trabajos futuros

Pese a que, como se comenta en las conclusiones el funcionamiento de la monitorización es correcto, sí se echa en falta un estudio más completo de la instalación. La obtención de datos de un periodo de tiempo más largo es la principal carencia del presente documento, por ello se propone como trabajo futuro un estudio de las mismas características que incluyese los datos recogidos por una instalación durante al menos un año.

Un estudio que incluya los datos del año completo permitiría un estudio más profundo de la instalación así como un estudio de la rentabilidad de la misma.

Otro punto que se echa en falta, es la visualización de averías en los datos recogidos. Con datos de un periodo más largo, aumentan las posibilidades de poder observar la influencia de averías en la instalación.

Por último, un análisis de la precisión del sistema basado en las características metrológicas de la instrumentación permitiría una idea del error que pueda tener cada una de las magnitudes y parámetros.





## 9 Bibliografía

---

1. Dr Preuser Felix A., Remmers Karl-Heinz, Schnauss Martin. „Sistemas Solares Térmicos“ Solarpraxis AG. Berlin 2004
2. Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Vivienda. Marzo 2006
3. Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios. IDAE. Julio 2007
4. Rosenthal, Andrew “Monitoring Solar-Thermal Systems: An Outline of Methods and Procedures” Southwest Technology Development Institute. New Mexico State University. Abril 1994. En línea (15.11.2007)
5. <http://www.osti.gov/bridge/servlets/purl/10168417-zYWu5i/native/10168417.pdf>
6. Solare Trinkwasserwärmung mit Grossanlagen: Praktische erfahrung
7. Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A., 2007. Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries. Solar Energy, 81, 1295–1305
8. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
9. Vanoli, Klaus Puiju „ In-Situ-Ertragsüberwachung thermischer Solaranlagen am



10. Beispiel der ISFH-IOC-Technologie" Institut für Solarenergieforschung GmbH (ISFH) Hameln/Emmerthal. Junio 2004. En lineal (26.11.2007)
11. <http://www.bine.info/pdf/infoplus/InSituErtragsberwachungmitIOC.pdf>
12. ESTIF. "Solar Thermal Action Plan for Europe". Enero 2007. En lineal (1.12.2007)
13. [http://www.estif.org/fileadmin/downloads/STAP/Solar\\_Thermal\\_Action\\_Plan\\_2007\\_A4.pdf](http://www.estif.org/fileadmin/downloads/STAP/Solar_Thermal_Action_Plan_2007_A4.pdf)
14. Manuales de funcionamiento y hojas comerciales SunTechnics
15. Manuales de funcionamiento Resol

# 10 Nomenclatura

---

## **Notación      Equivalencia**

$A$	<i>Área total de colectores</i>
$a_1$	<i>Coefficiente cuadrático colector</i>
$a_2$	<i>Coefficiente lineal colector</i>
$M$	<i>Consumo diario en meses de verano</i>
$\varepsilon_{CS}$	<i>Eficiencia campo solar</i>
$\varepsilon_{IS}$	<i>Eficiencia de instalación solar</i>
$\varepsilon_{el\acute{e}ctrica}$	<i>Eficiencia el\acute{e}ctrica</i>
$E_{solar}$	<i>Energía solar</i>
$F_{recuperada}$	<i>Fracción recuperada</i>
$F_{solar}$	<i>Fracción solar</i>
$I$	<i>Irradiación solar</i>
$P$	<i>Potencia de un intercambiador</i>
$E_g$	<i>Radiación global</i>
$SR$	<i>Radiación solar instantánea por unidad de superficie</i>
$E_{calor\acute{í}metro}$	<i>Registro de energía en calorímetro</i>
$\eta_0$	<i>Rendimiento óptico colector</i>
$T_a$	<i>Temperatura ambiente</i>
$T_m$	<i>Temperatura media colector</i>



# 11 Anexos

---

## **Anexo 1**

---



## LA SOLUCIÓN MÁS RENTABLE Y DURADERA.



### Prestaciones especiales

- Rendimiento anual alto
- Vidrio solar ligeramente estructurado
- Revestimiento al vacío, azul, altamente selectivo del absorbedor
- Mayor aislamiento de calor
- Medición exacta de la temperatura del colector en el fluido caloportador (sonda de inmersión con vaina)
- Dirección de caudal variable
- Reflujo breve y energético
- Mejor aislamiento por perfil de marco de dos paredes

### Gran variedad de aplicaciones

- Apto para instalaciones de agua potable y de soporte de la calefacción
- Apto para aplicaciones de caudal alto y bajo

### Fácil de montar

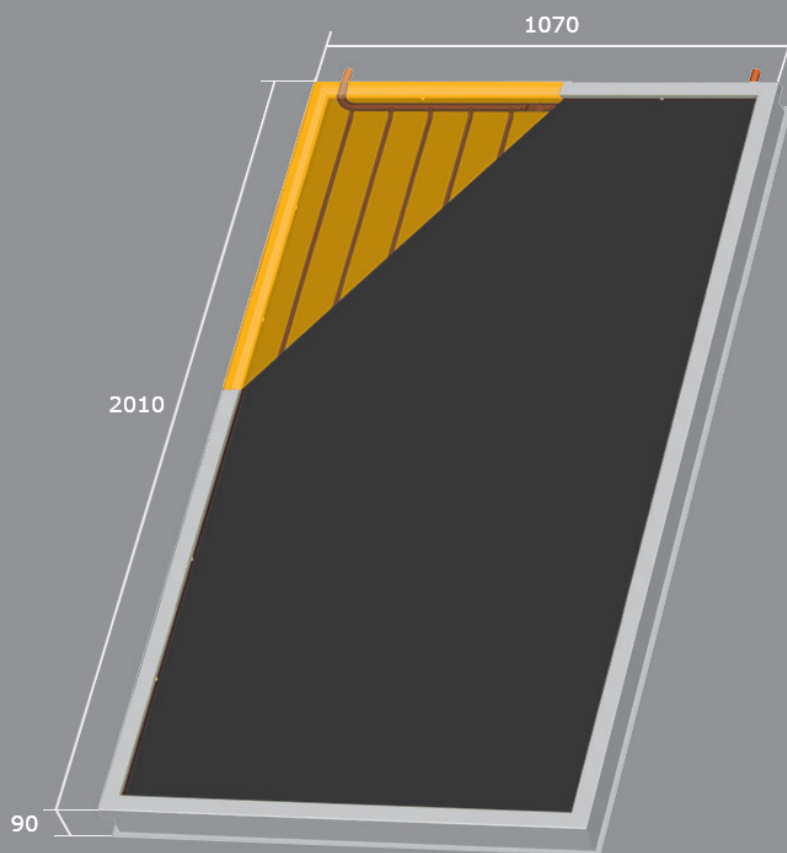
- Montaje sencillo gracias al empleo de sistemas probados de fijación
- Perfil de marco con aberturas para insertar asas de transporte que facilitan el manejo del colector

### Acabado de alta calidad

- Cristal solar de seguridad de 4 mm de espesor a prueba de granizo conforme DIN EN 12975-2
- Marco del colector sólido, de dos paredes
- Marco de aluminio anodizado oscuro, resistente a la intemperie, tapa trasera en aluminio
- Construcción reciclable
- Control de Calidad en todos y cada uno de los componentes
- Junta continua de EPDM alrededor de todo el vidrio
- Conexión metálica entre colectores, de alta resistencia a la fatiga térmica. Sin necesidad de recambio
- Garantías y certificados

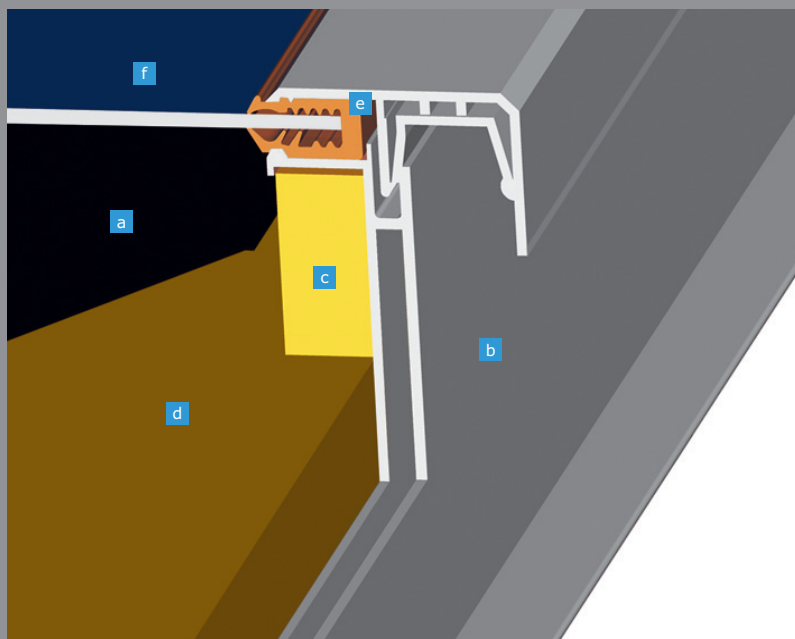
### Cumple la normativa europea

- Cumple con los requisitos para el derecho a recibir subvenciones nacionales y regionales
- Marca CE



Todas las indicaciones en mm

## Componentes



- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>a</b> Absorbedor                        | <b>d</b> Aislamiento posterior       |
| <b>b</b> Marco del colector de doble pared | <b>e</b> Aislante de EPDM del vidrio |
| <b>c</b> Bandas termoaislantes laterales   | <b>f</b> Vidrio                      |

## Montaje

### Sobre tejado: vertical u horizontal

- Teja (árabe, plana o asfáltica)
- Chapa grecada
- Pizarra
- Uralita

### En soporte: vertical u horizontal

- Teja (árabe, plana o asfáltica)
- Chapa grecada
- Pizarra
- Uralita

### Integrado en el tejado: vertical

- Tejas

## Datos técnicos del STK 1400

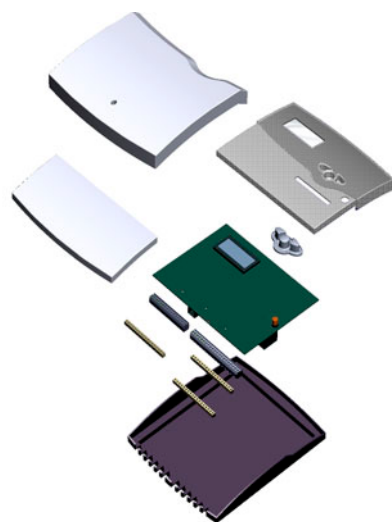
Construcción	colector plano
Dimensiones (ancho x alto x fondo)	1070 x 2010 x 90 mm
Superficie bruta	2,15 m <sup>2</sup>
Superficie de apertura	1,91 m <sup>2</sup>
Peso	41 kg
Presión de trabajo	
máx. toler.	10 bar
Capacidad del colector	1,2 l
Tipo de absorbedor	altamente selectivo, azul
Cubierta	Vidrio solar de seguridad, 4 mm, ligeramente estructurado
Temperatura en reposo	225 °C
Conexiones	cobre 18 mm
Colectores en serie	máx. 6
Factor Óptico	0,806
Coeficiente de pérdidas	3,125
Contraseña de certificación	NPS-7305

Si desea más información, póngase en contacto con su asociado SunTechnics más cercano o llame a nuestra línea gratuita: 900 810 070



## Universeller Temperaturdifferenzregler für Solar- und Heizsysteme

- Textdisplay mit Menüführung
- 15 Sensoreingänge
- 9 Relaisausgänge
- 7 Solar-Grundsysteme
- Zuschaltbare Optionen und Funktionen
- Freie Zuordnung für Temperaturdifferenz- und Thermostatfunktionen
- RESOL V-Bus und RS-232-Schnittstelle
- Parametrisierung und Kontrolle des Systems über RESOL Service Center Software



### DeltaSol® M Technische Daten

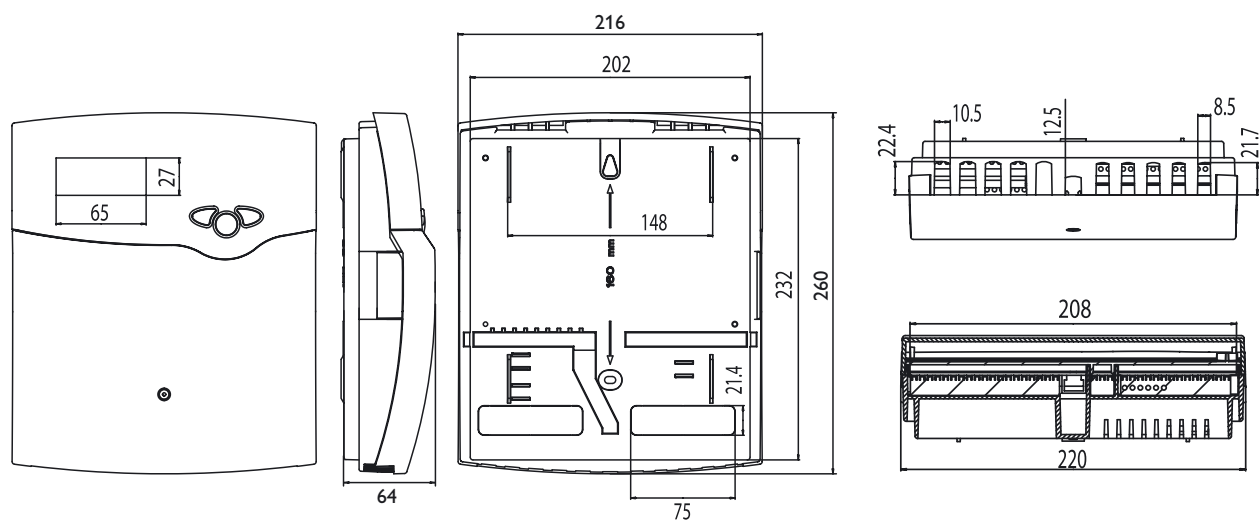
<b>Gehäuse:</b>	Kunststoff, PC-ABS und PMMA
<b>Schutzart:</b>	IP 20 / DIN 40 050
<b>Umgeb.-temp.:</b>	0 ... 40 °C
<b>Abmessung:</b>	260 x 216 x 64 mm
<b>Einbau:</b>	Wandmontage, Schalttafel-Einbau möglich
<b>Display:</b>	4-zeiliges LC-Textdisplay, beleuchtet, mit Menüführung (mehrsprachig), 2-farbige LED
<b>Bedienung:</b>	3 Drucktaster in Gehäusefront
<b>Funktionen:</b>	Solar-Systemregler für den Einsatz in Solar- und Heizsystemen. Zwei integrierte Wärmemengenzähler und Steuerung eines witterungsgeführten Heizkreises. Einstellbare Anlagenparameter und zuschaltbare Optionen (menügeführt), Bilanz- und Diagnosefunktionen, Funktionskontrolle gemäß BAW-Richtlinien
<b>Sensoreingänge:</b>	12 Temperaturfühler Pt1000 oder 11 Sensoren Pt1000 und 1 Fernverstärker RESOL RTA11-M, 2 Volumenmessteile RESOL V40 und 1 Solarzelle RESOL CS10
<b>Relaisausgänge:</b>	9 Relaisausgänge, davon 4 Standard-, 4 Halbleiterrelais zur Drehzahlregelung und ein potenzialfreies Relais
<b>Bus:</b>	RESOL VBus, RS232

Der Regler **DeltaSol® M** wurde für 7 solare Grundsysteme vorprogrammiert und auch die Regelung komplexerer Grossanlagen.

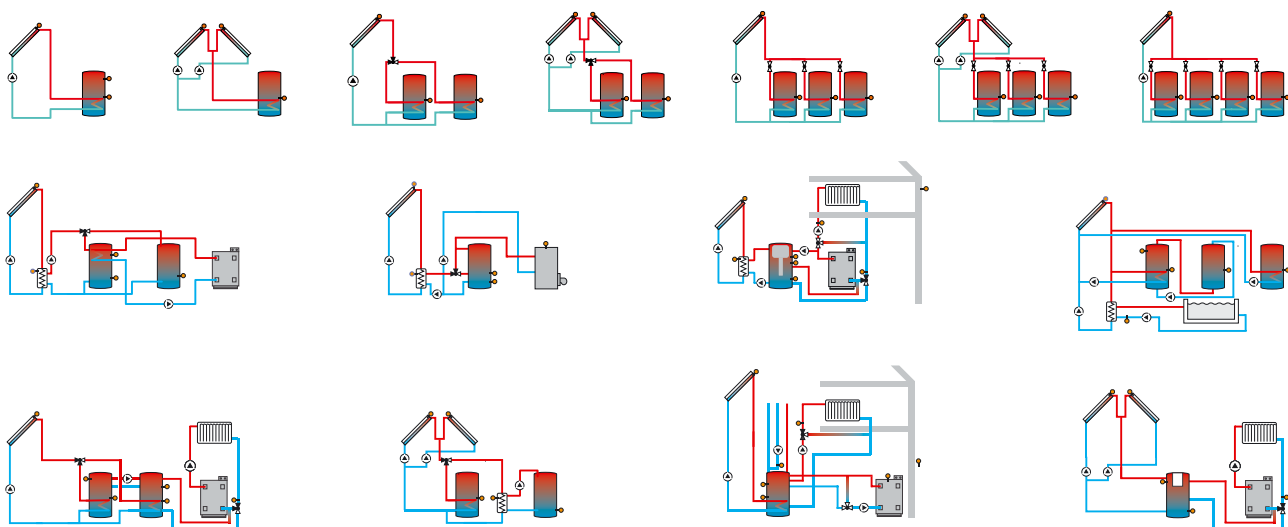
Der Regler verfügt über eine mehrsprachige Menüführung. Mit 9 Relaisausgängen und 15 Sensoreingängen sowie einer Vielzahl von zuschaltbaren Funktionen und Optionen lässt sich der Regler an das individuelle Solar- und Heizungssystem anpassen. Der Regler bietet bis zu zwei integrierte Wärmemengenzähler und die Steuerung eines witterungsgeführten Heizkreises.

Der **DeltaSol® M** ist bereits mit einer Schnittstelle zur Kommunikation mit der RESOL Service Center Software (RSC) ausgerüstet. Die Software erlaubt die komfortable Konfiguration, Kontrolle und Auswertung des Reglers und Solarsystems.

Als Nachfolgemodell des 1998 mit dem Designpreis „Roter Punkt“ ausgezeichneten Reglers **MidiPro** überzeugt der universelle Systemregler **DeltaSol® M** durch die optimale Kombination von Funktionalität, Preis und Design.



## Anwendungsbeispiele DeltaSol® M



## Bestellhinweise

**RESOL DeltaSol® M**

**115 990 10**

**RESOL DeltaSol® M - Komplettpaket**

inkl. 6 Temperatursensoren Pt1000 (2 x FKP6, 4 x FRP6)

**115 990 20**

## Zubehör

### Überspannungsschutz

Der RESOL Überspannungsschutz SP1 sollte grundsätzlich zum Schutz der empfindlichen Temperatursensor im oder am Kollektor gegen fremdinduzierte Überspannungen (ortsnahe Blitzeinschläge etc.) eingesetzt werden.

**RESOL SP1**

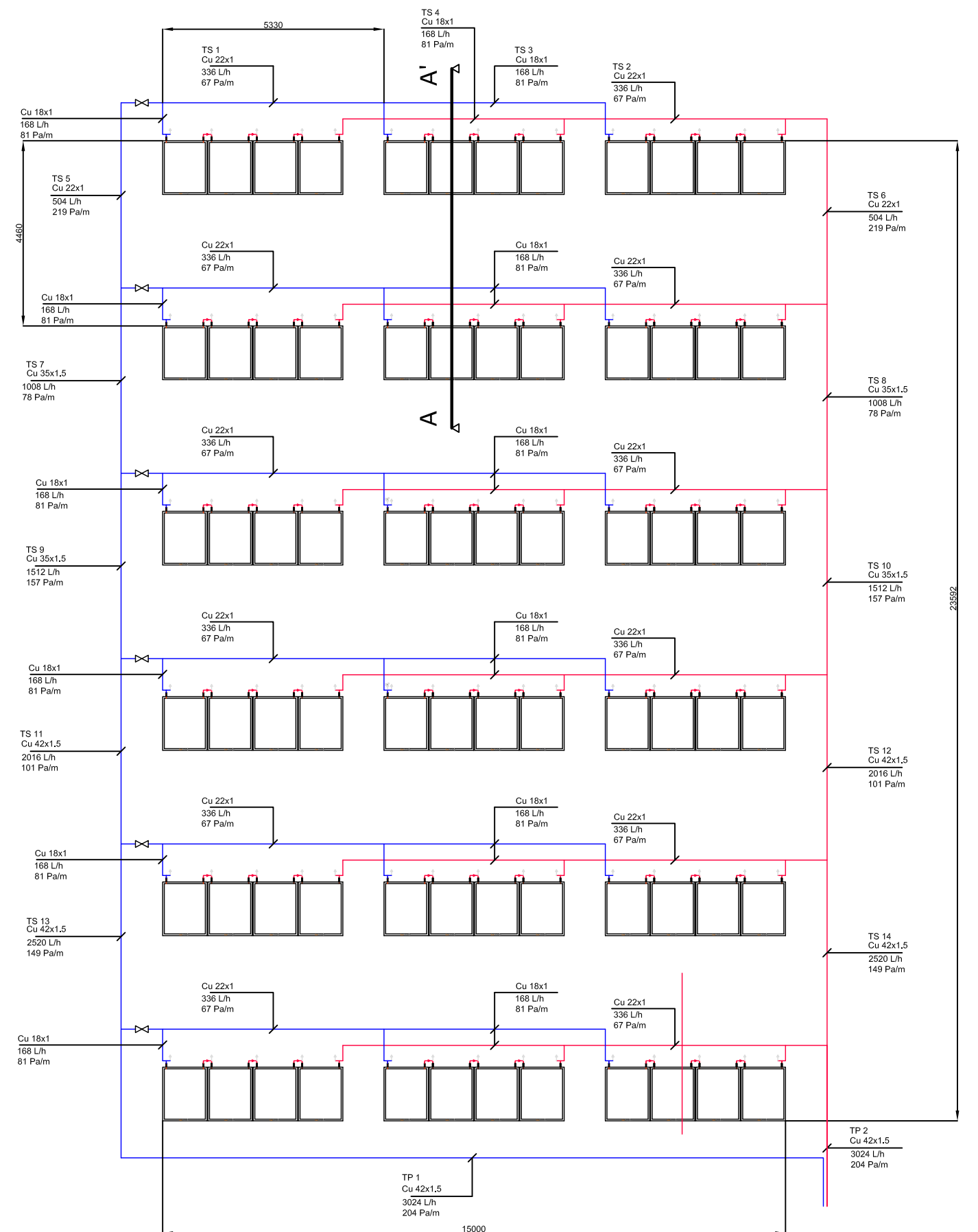
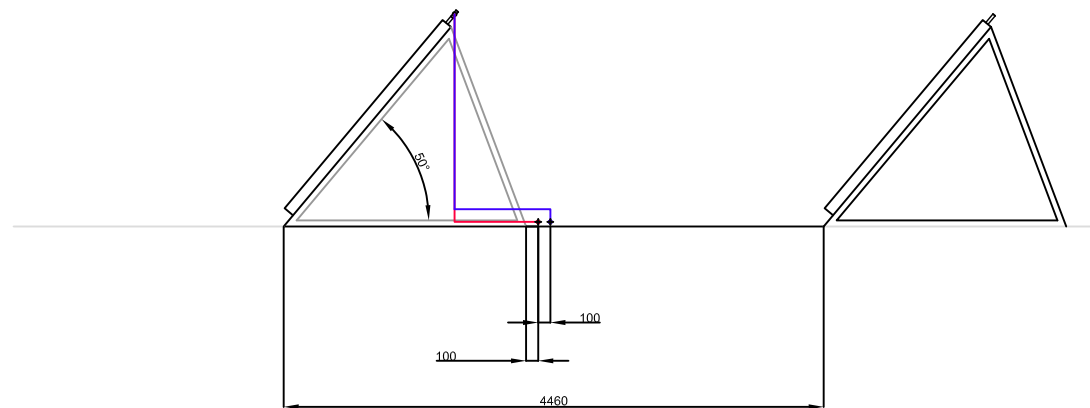
**180 110 10**



## **Anexo 2**

---

**A-A'**



## **Anexo 3**

---

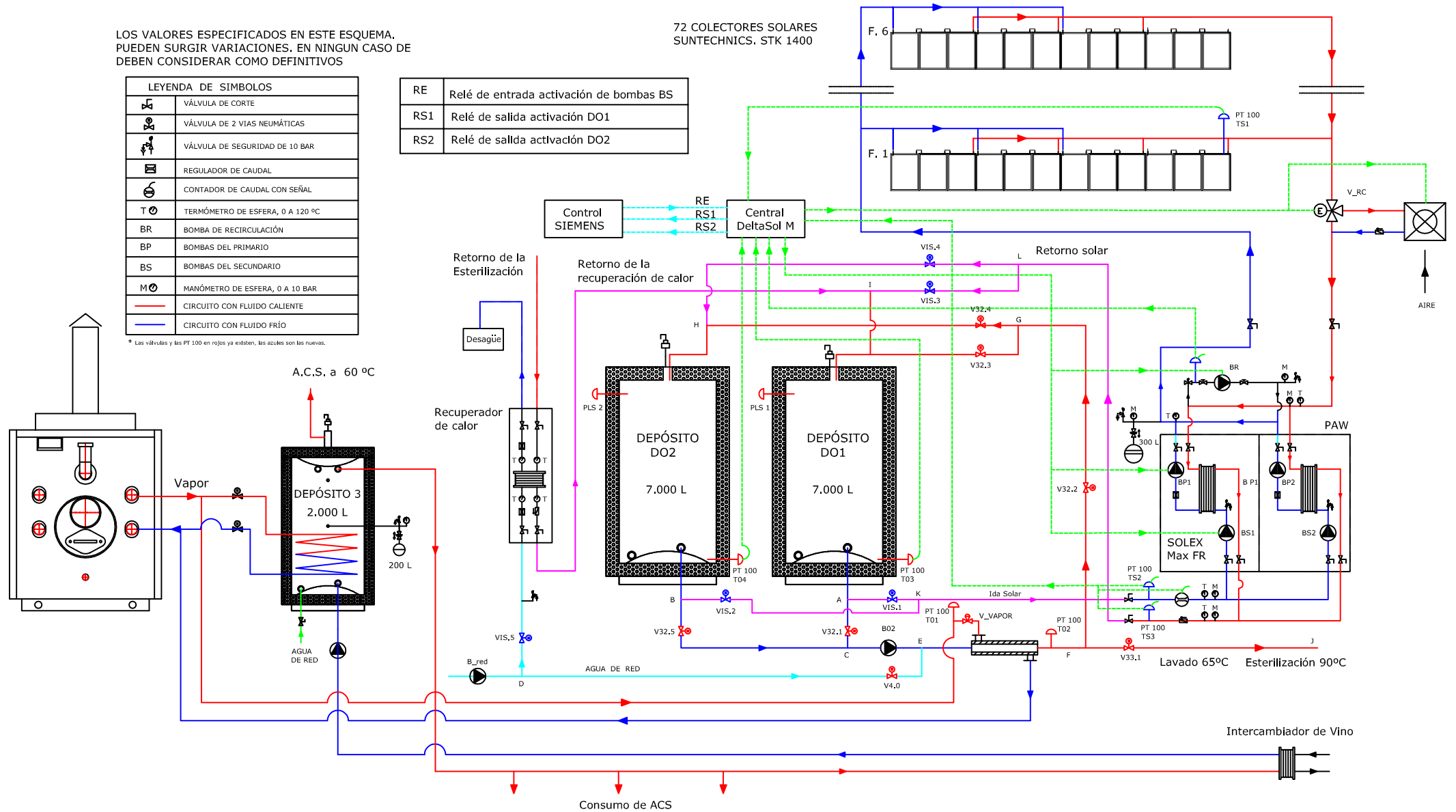
LOS VALORES ESPECIFICADOS EN ESTE ESQUEMA.  
PUEDEN SURGIR VARIACIONES. EN NINGUN CASO DE  
DEBEN CONSIDERAR COMO DEFINITIVOS

LEYENDA DE SÍMBOLOS	
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA DE 2 VÍAS NEUMÁTICAS
	VÁLVULA DE SEGURIDAD DE 10 BAR
	REGULADOR DE CAUDAL
	CONTADOR DE CAUDAL CON SEÑAL
	TERMÓMETRO DE ESFERA, 0 A 120 °C
	BOMBA DE RECIRCULACIÓN
	BOMBAS DEL PRIMARIO
	BOMBAS DEL SECUNDARIO
	MANÓMETRO DE ESFERA, 0 A 10 BAR
	CIRCUITO CON FLUIDO CALIENTE
	CIRCUITO CON FLUIDO FRÍO

\* Las válvulas y las PT 100 en rojo ya existen, las azules son las nuevas.

RE	Relé de entrada activación de bombas BS
RS1	Relé de salida activación DO1
RS2	Relé de salida activación DO2

72 COLECTORES SOLARES  
SUNTECHNICS. STK 1400



INGENIERIA: Suntechnics Sistemas de Energía S.L.

**SunTechnics** Ave. Francesc 60, 16.1, 08207, Sabadell

PROMOTOR  
GRANDES VINOS Y VIÑEDOS

DIBUJ.	COMP.	MODIF.	Fdo.	R. Massipe
			Num Coleg.	

PROYECTO  
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

PLANO  
ESQUEMA DE PRINCIPIO

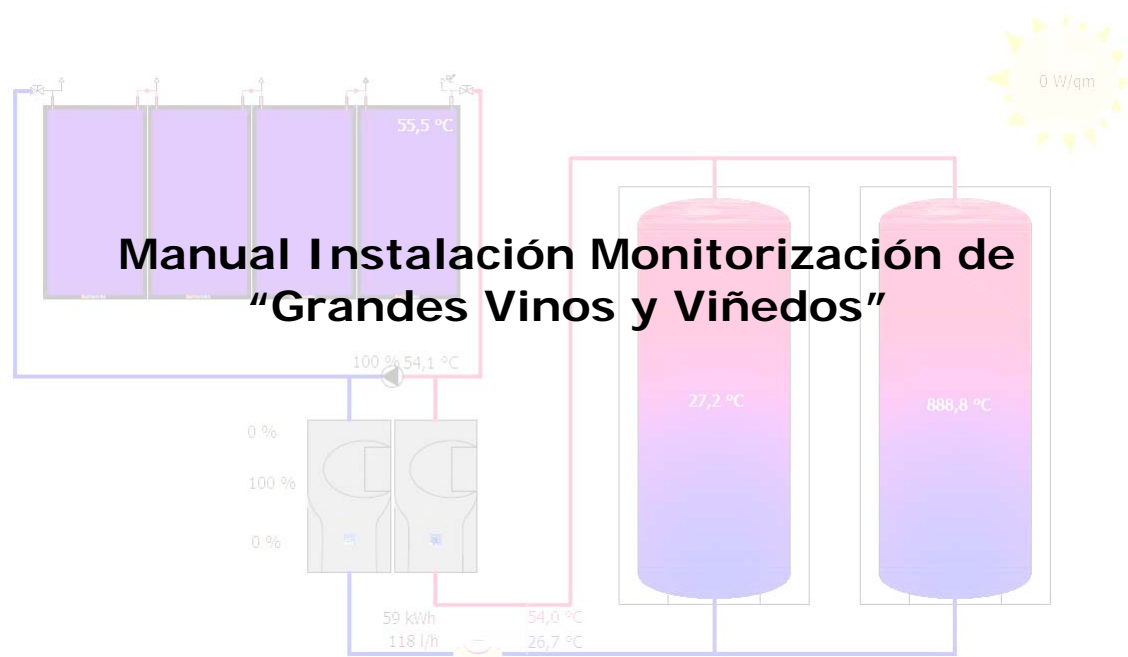
ESCALA  
s/e

cotas en	
formato	
codigo	
Ref. Suntech.	

Nº DE PLANO  
**04**

## **Anexo 4**

---







## Índice

1	Material necesario.....	4
2	Instalación física.....	4
2.1	Instalar célula solar CS10 .....	4
2.2	Conexión V-BUS.....	4
2.3	Conexión Ethernet.....	4
3	Instalación software.....	5
3.1	Configurar la IP del conversor RS232/485.....	5
3.2	Creación de un puerto virtual .....	8
3.3	Creación de una conexión directa con el Datalogger .....	9
3.4	Instalación de RESOL Service Center.....	19
4	Monitorización de la instalación solar térmica.....	21

# **1 Material necesario**

Datalogger RESOL (incluye cable VBUS)

Conversor RS232/485 a Ethernet mod. 67120

Fuente de alimentación carril-DIN 24V entrada 90-240Vac, 24W

Cables de alimentación

Cable RS232 (hembra-hembra)

Cable Ethernet

## **2 Instalación física**

### **2.1 Instalar célula solar CS10 y sensor de temperatura ambiente**

Para la medición de la radiación será necesario instalar un sensor de radiación. Para ello habrá que colocar la célula solar en el campo de colectores con la misma inclinación que los colectores. Instalar cable desde la sonda de radiación hasta la regulación DeltaSolM. La fase que esté en la célula en GND irá en la regleta inferior en cualquier posición que quede libre mientras que la fase que esté en CS irá a la conexión designada como CS10 en la regulación DeltaSol M.

Para el sensor de temperatura habrá que realizar las mismas operaciones. Sin embargo este sensor estará situado a la sombra y no será necesaria una inclinación específica.

### **2.2 Conexión V-BUS**

Para la comunicación entre el sistema de monitorización y el controlador de la instalación es necesario conectar el cable VBUS entre ellos para ello conectar el cable VBUS que sale del Datalogger directamente a las clemas que denominadas VBUS. En ese lugar estará conectado ya el contador de energía.

### **2.3 Conexión Ethernet**

Por último habrá que conectar el cable Ethernet que sale del conversor RS232 directamente a una entrada en unrouter o hub de la red desde la cual se quiere acceder al sistema de monitorización.

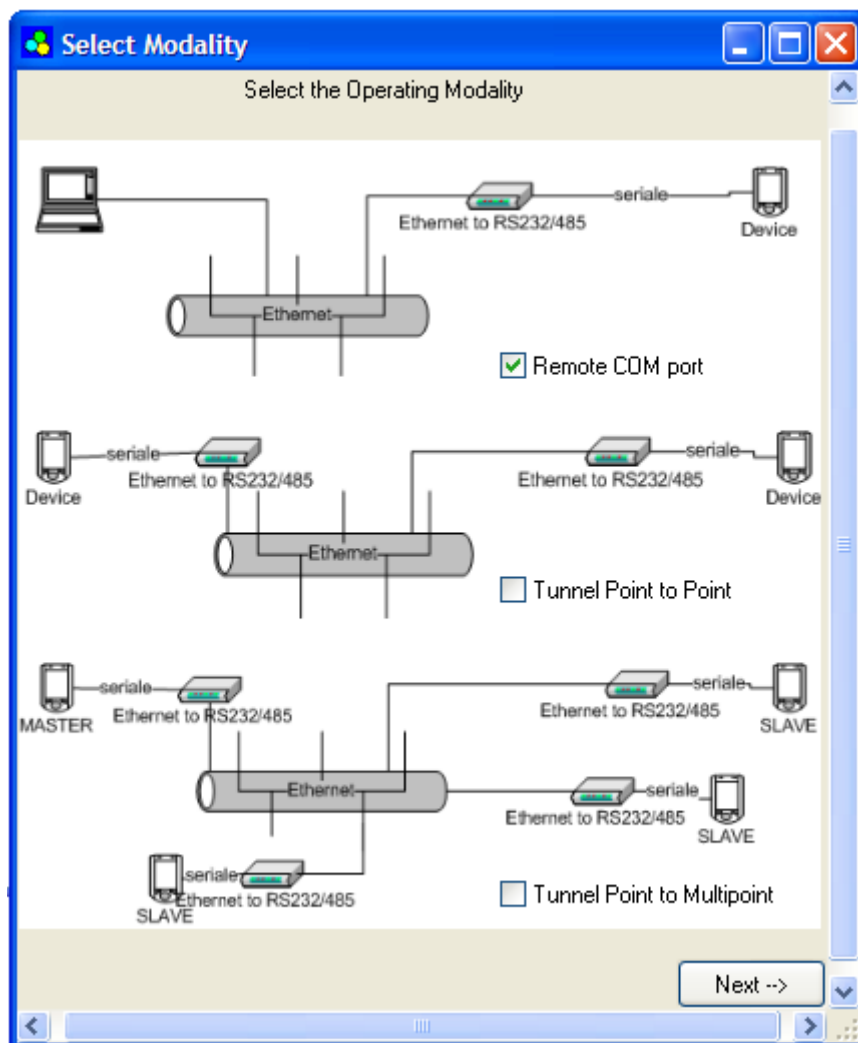
### **3 Instalación software**

En el CD que se incluye habrá que seguir los siguientes 4 pasos para que la monitorización funcione correctamente.

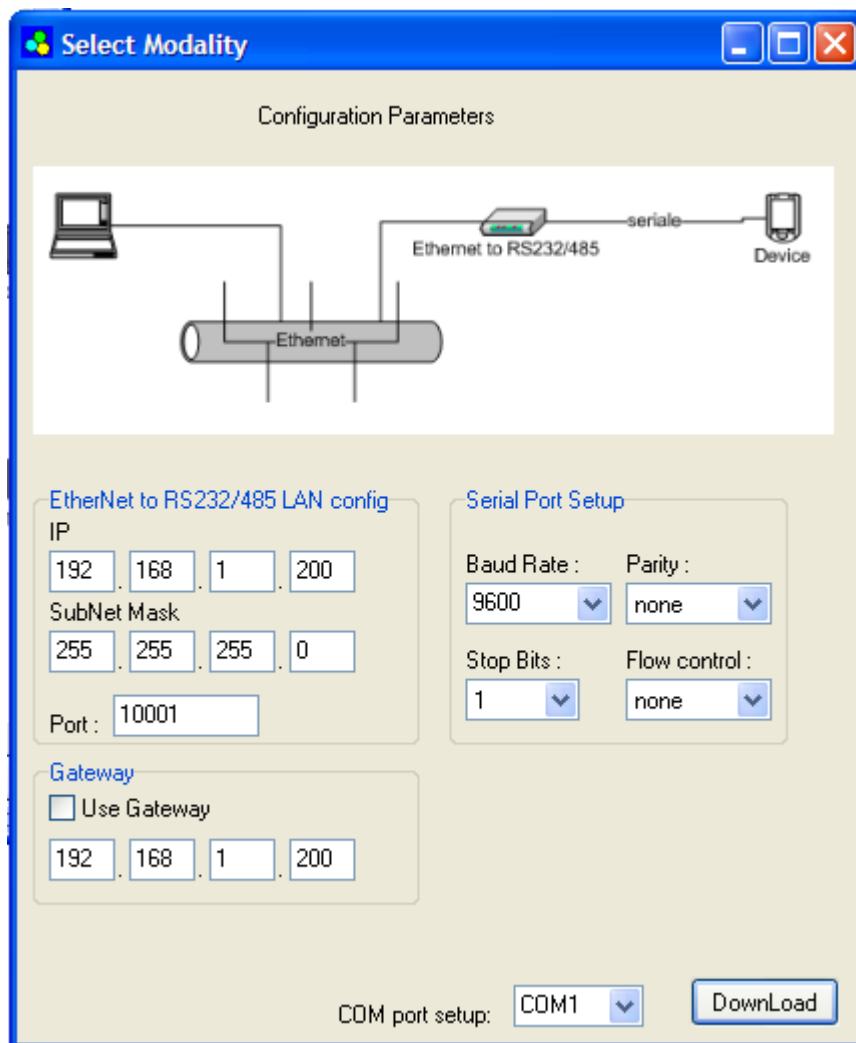
#### **3.1 Configurar la IP del conversor RS232/485**

Para realizar este paso es necesario conectar el conversor RS232/485 Ethernet a un ordenador vía cable null MODEM (serie hembra-hembra). Una vez esté la conexión hecha habrá que ejecutar cualquiera de los programas que se encuentran en la carpeta D:\01 ConfiguraIP que hay en el CD adjunto y seguir los siguientes pasos.

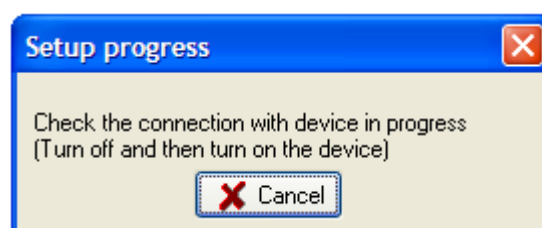
a) seleccionar la opción correspondiente a puerto COM remoto



b) elegir la dirección IP, máscara de subred y puerto que se quiera dar. Seleccionar el puerto serie a través del cual está conectado el conversor (COM1, COM2... ) y pulsar "DownLoad"

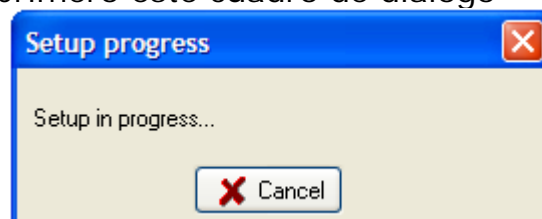


c) A continuación aparecerá un cuadro de dialogo con el siguiente mensaje:

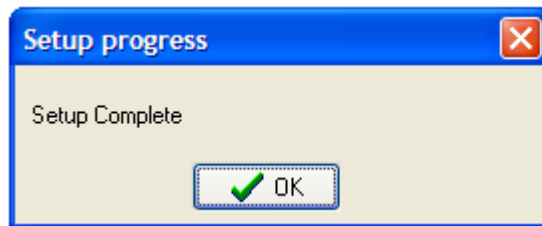


En ese momento se deberá desconectar y conectar de nuevo la alimentación del conversor para que se grabe la configuración.

Deberá aparecer primero este cuadro de diálogo



Y seguidamente este:



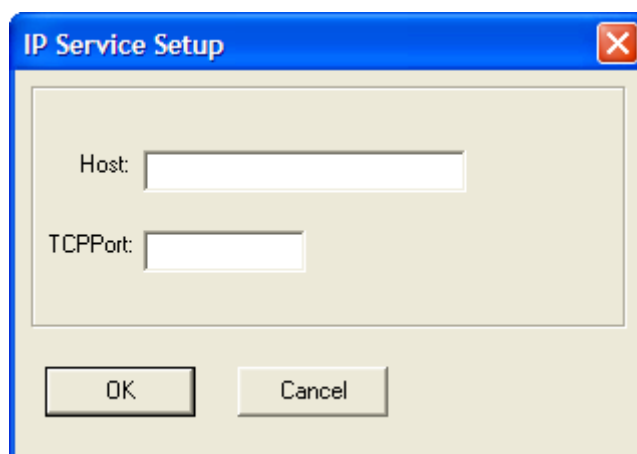
La configuración se habrá completado y se podrá pasar al siguiente paso.

### 3.2 Creación de un puerto virtual

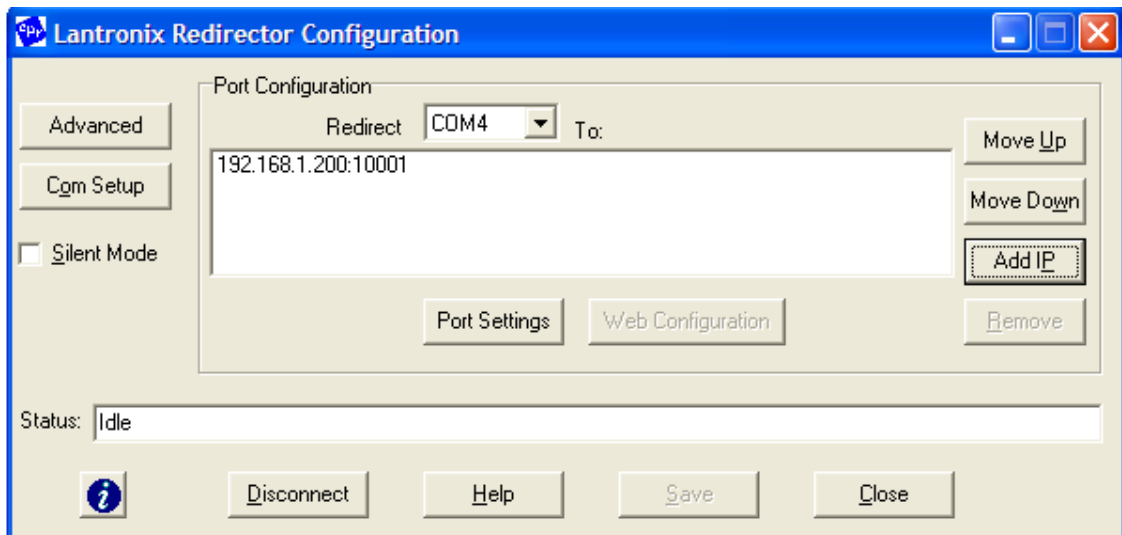
En este paso se creará un puerto COM virtual para acceder al datalogger vía LAN. Para ello se ejecutará en todos los ordenadores que se vayan a conectar al Datalogger el siguiente archivo para instalar el programa.

D:\02 COMVirtual\red32bit.exe

Una vez instalado el programa ejecutarlo y pulsar "Add IP". Aparecerá este cuadro. Se introducirá la dirección IP y el puerto asignados anteriormente en el punto "Configurar la IP del conversor RS232/485"



Después se pulsará en "OK" y aparecerá esta pantalla



Habrá que pulsar "Save" y luego "Close"

### 3.3 Creación de una conexión directa con el Datalogger

En el PC desde el que se quiere ver la monitorización de la instalación solar térmica se deberá ejecutar el asistente para conexión nueva

Inicio>Conectar a>Mostrar todas las conexiones

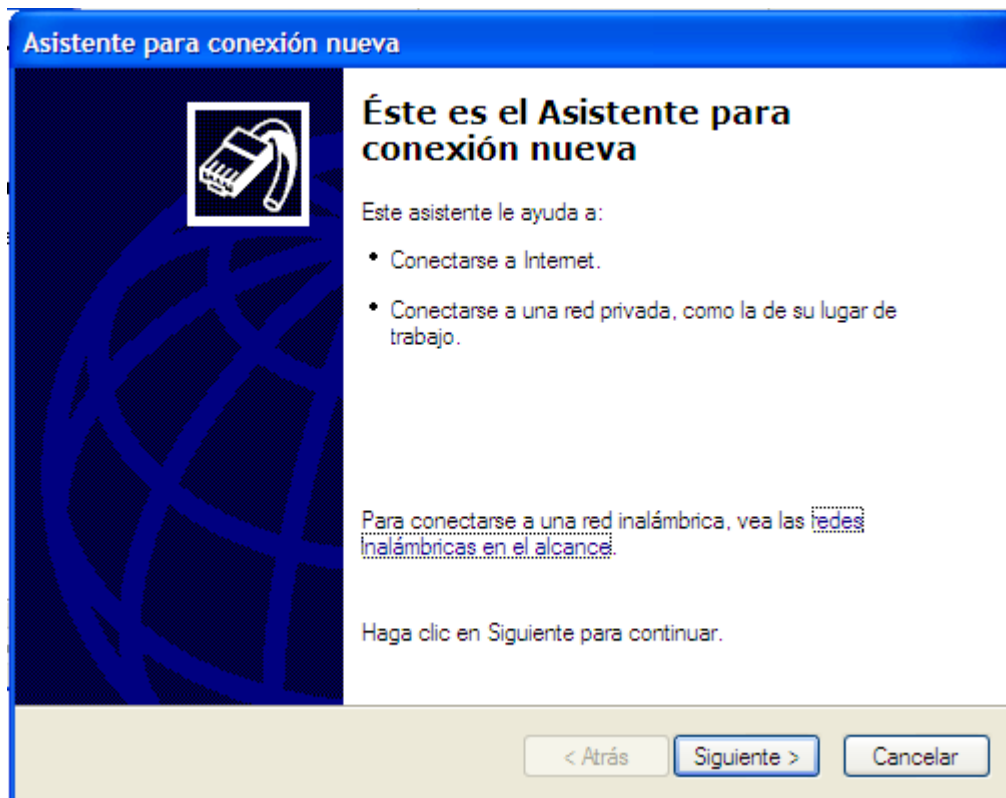
Y seguidamente

asistente para conexión nueva

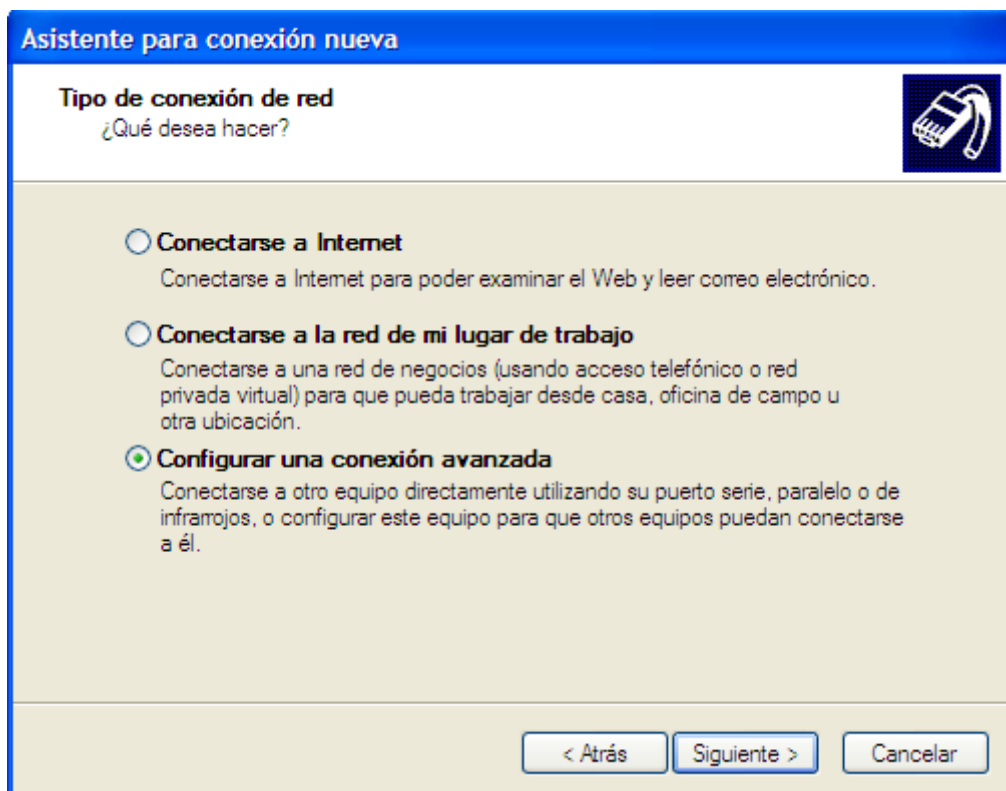
Una vez dentro del asistente habrá que dar los siguientes pasos:

- Seleccionar Siguiente>

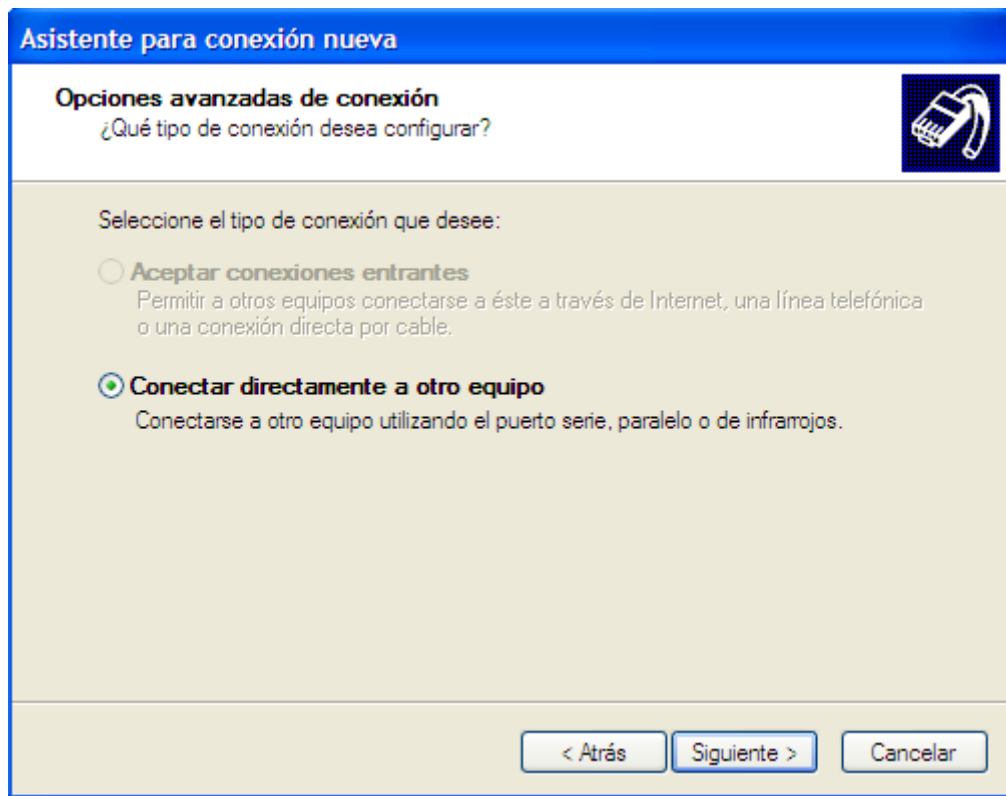




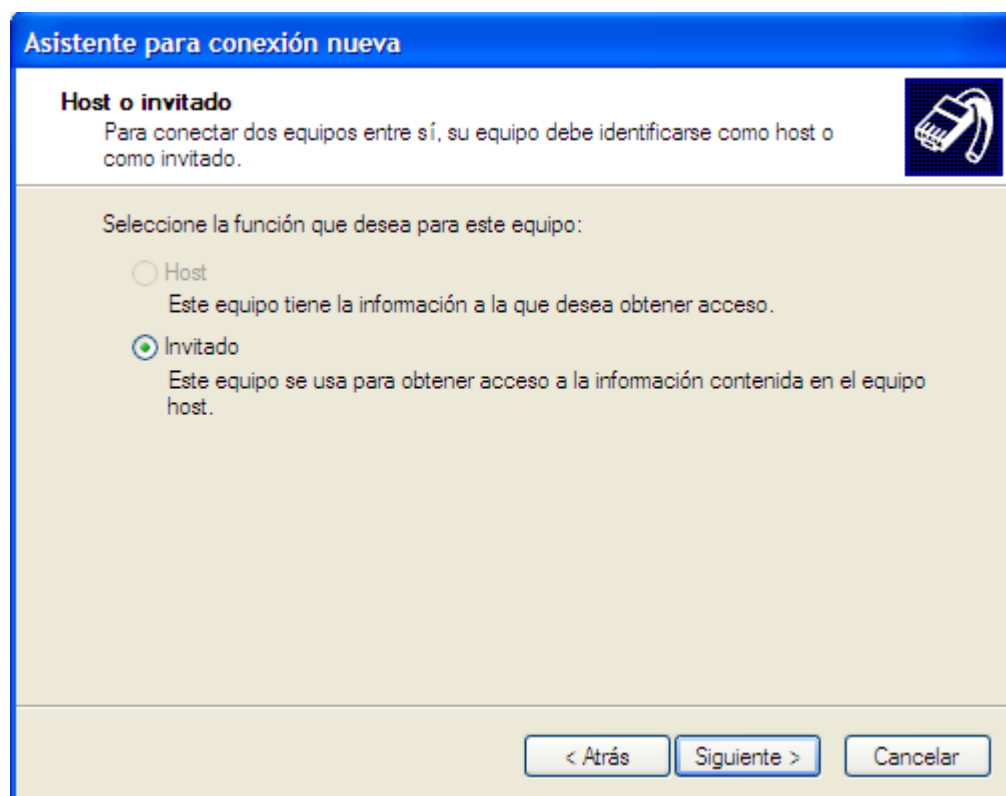
Configurar una conexión avanzada  
Seleccionar Siguiente>



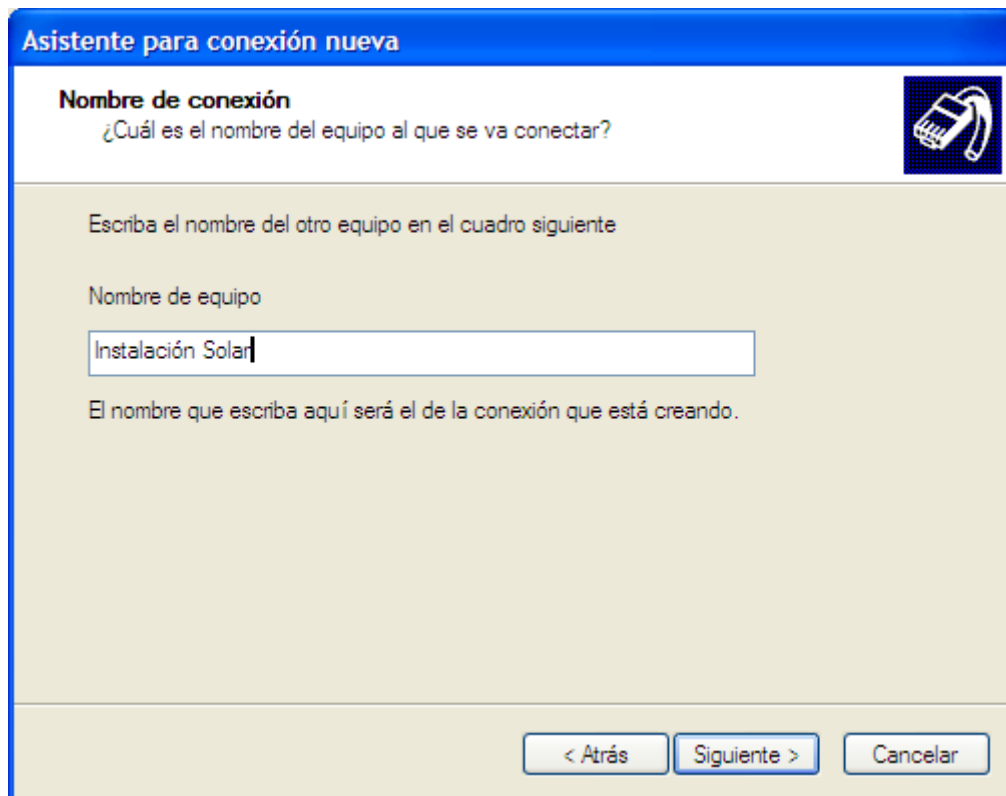
Conectar directamente a otro equipo  
Seleccionar Siguiente>



Invitado  
Seleccionar Siguiete>



Escribir el nombre de la conexión: Instalación solar  
Seleccionar Siguiente>



**Asistente para conexión nueva**

**Nombre de conexión**  
¿Cuál es el nombre del equipo al que se va conectar?

Escriba el nombre del otro equipo en el cuadro siguiente

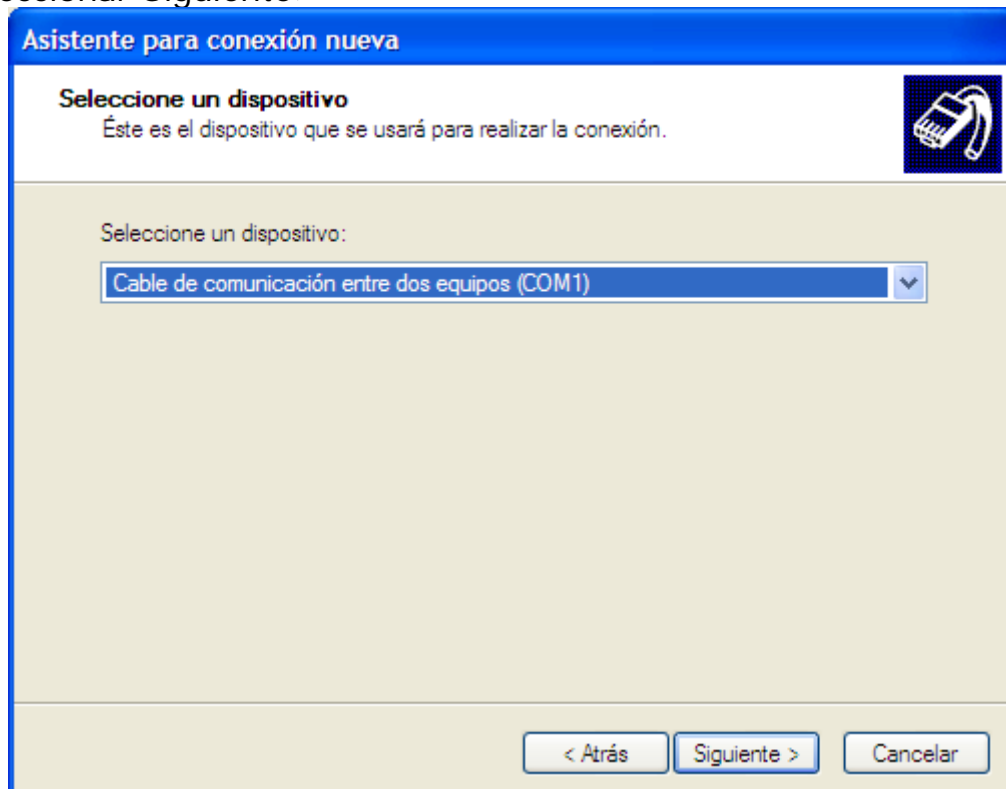
Nombre de equipo

Instalación Solar

El nombre que escriba aquí será el de la conexión que está creando.

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

Seleccionar el puerto serie virtual creado en el paso anterior  
(3.2 Creación de un puerto virtual)  
Seleccionar Siguiente>



**Asistente para conexión nueva**

**Seleccione un dispositivo**  
Éste es el dispositivo que se usará para realizar la conexión.

Seleccione un dispositivo:

Cable de comunicación entre dos equipos (COM1)

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

Seleccionar los usuarios que podrán acceder a esta conexión  
Seleccionar Siguiente>

**Asistente para conexión nueva**

**Disponibilidad de conexión**  
Puede hacer que la nueva conexión esté disponible para todos los usuarios o restringirla para su uso exclusivo.

Una conexión que se haya creado para su uso exclusivo se guardará en su cuenta de usuario y no estará disponible a menos que haya iniciado la sesión.

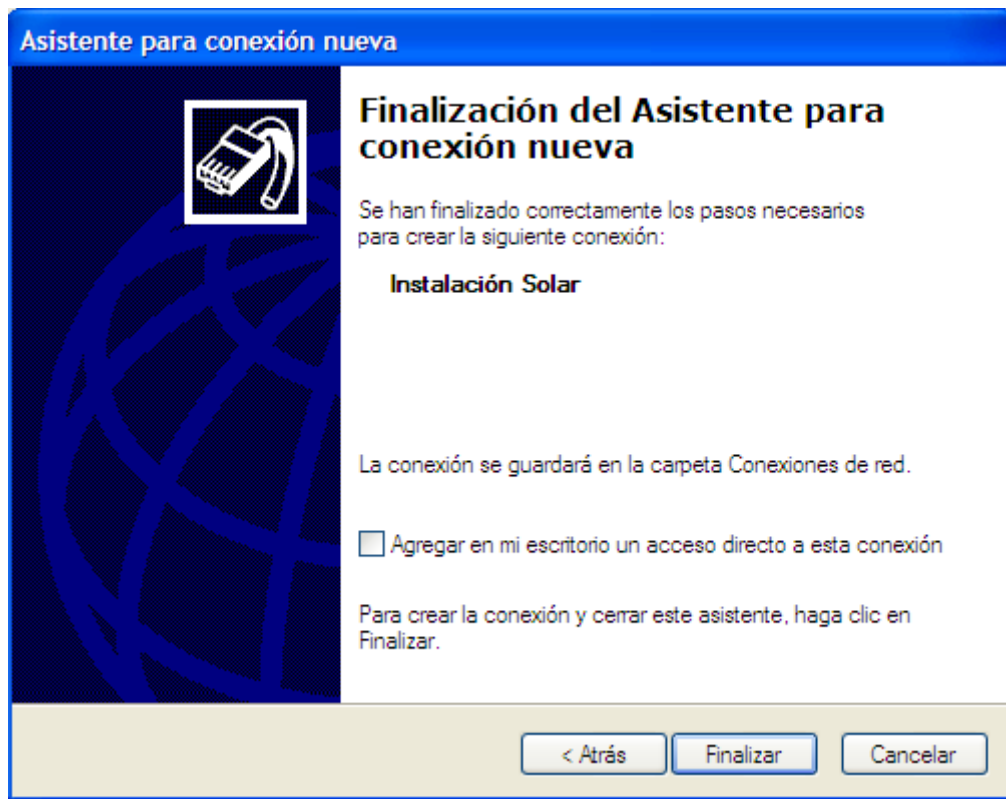
Crear esta conexión para:

☐ El uso de cualquier persona

☒ Sólo para mi uso

< Atrás   Siguiente >   Cancelar

Seleccionar si se quiere crear un icono en escritorio para esta conexión  
Seleccionar Finalizar

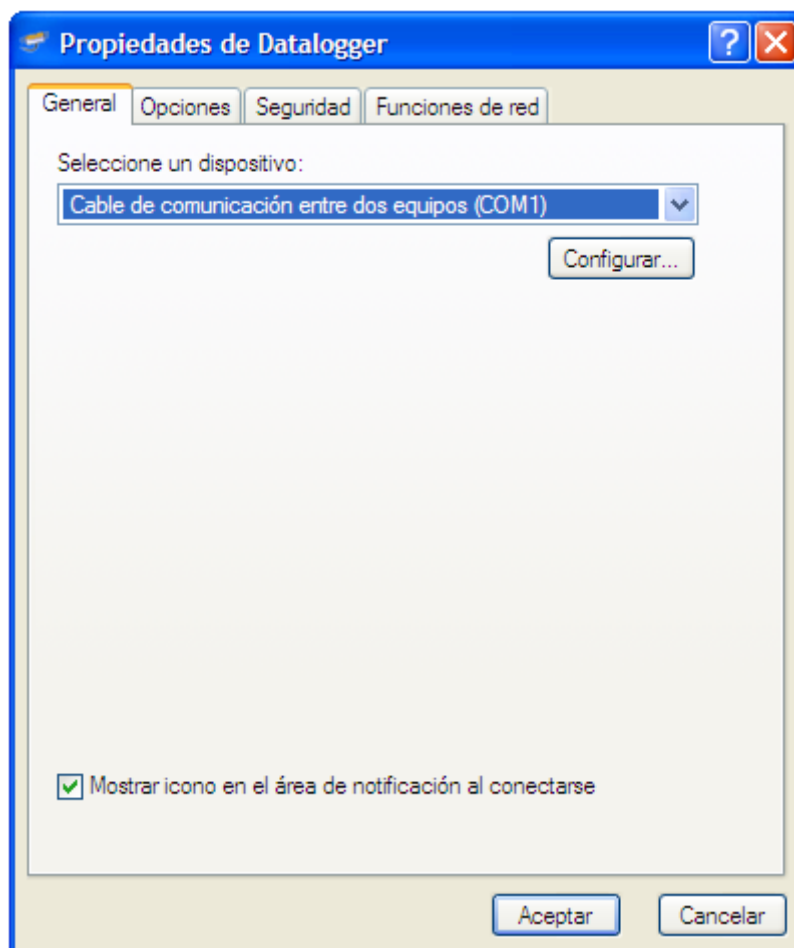


Una vez creada la conexión habrá que seleccionar sus propiedades de la siguiente manera:

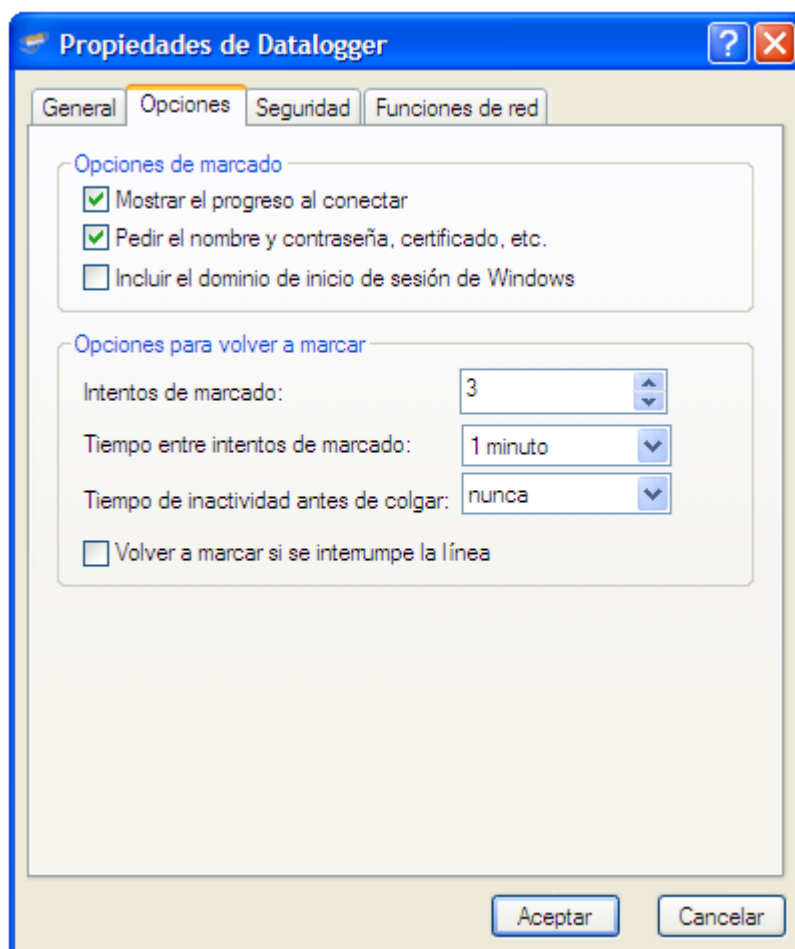
Inicio>Conectar a>Mostrar todas las conexiones

Hacer clic con botón derecho sobre "Instalación solar" y seleccionar propiedades.

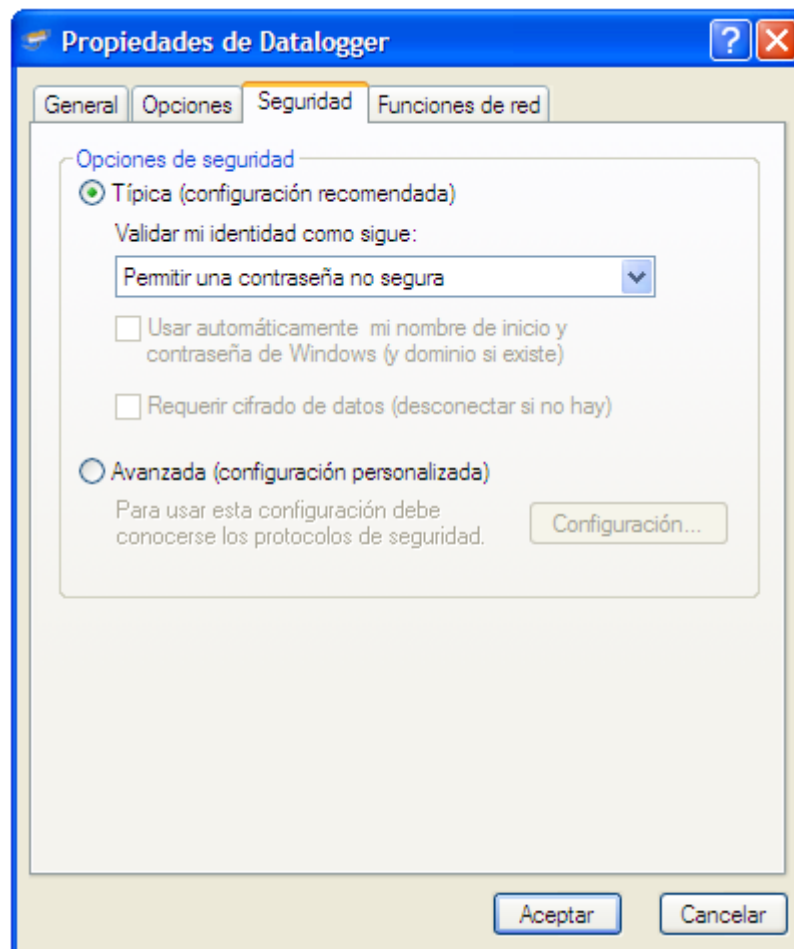
En la pestaña "General" deberán quedar las siguientes opciones marcadas y el puerto serie que se haya seleccionado anteriormente.



En la pestaña "Opciones" deberán quedar las siguientes opciones marcadas.

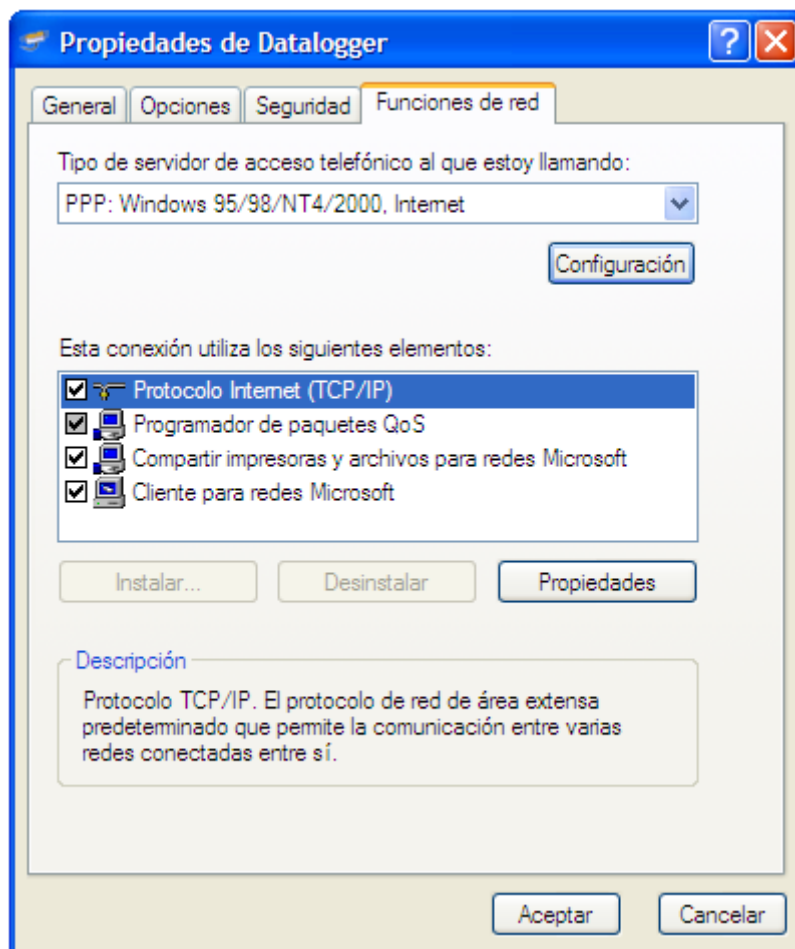


En la pestaña "Funciones de red" deberán quedar las siguientes opciones marcadas.

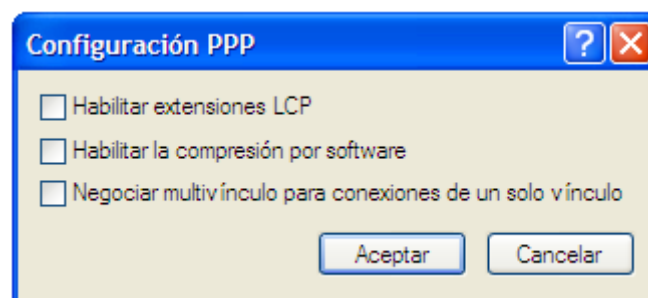




En la pestaña "Seguridad" deberán quedar las siguientes opciones marcadas.



Adicionalmente seleccionar configuración y deseleccionar todas las opciones.

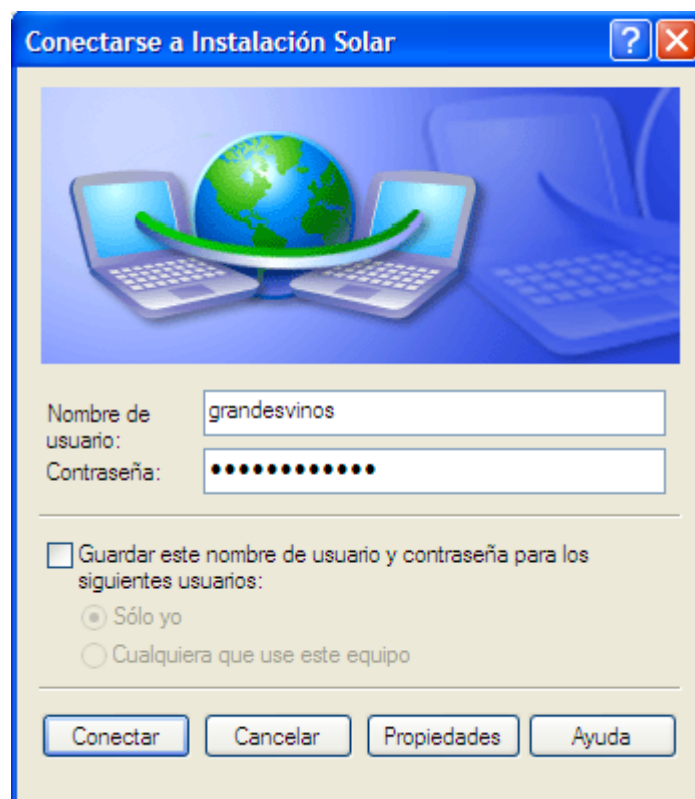


Pulsar "Aceptar" y de nuevo "Aceptar"

Ya está configurada la conexión. A partir de ahora cada vez que se quiera observar la instalación solar habrá que establecer esta conexión. Aparecerá esta pantalla y habrá que escribir lo siguiente:

Nombre de usuario: grandesvinos  
Contraseña: grandesvinos

Y pulsar "Conectar"



### 3.4 Instalación de RESOL Service Center

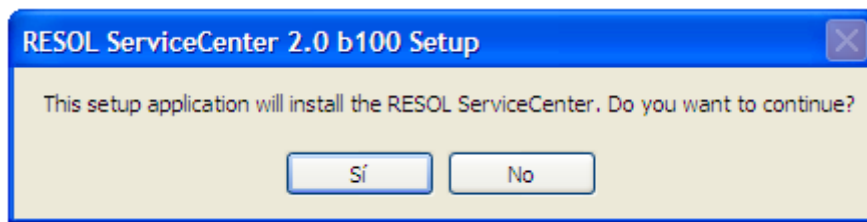
Para Instalar el programa RESOL Service Center habrá que ejecutar:

D:\04 RESOL Service Center\ServiceCenterFullSetup.exe

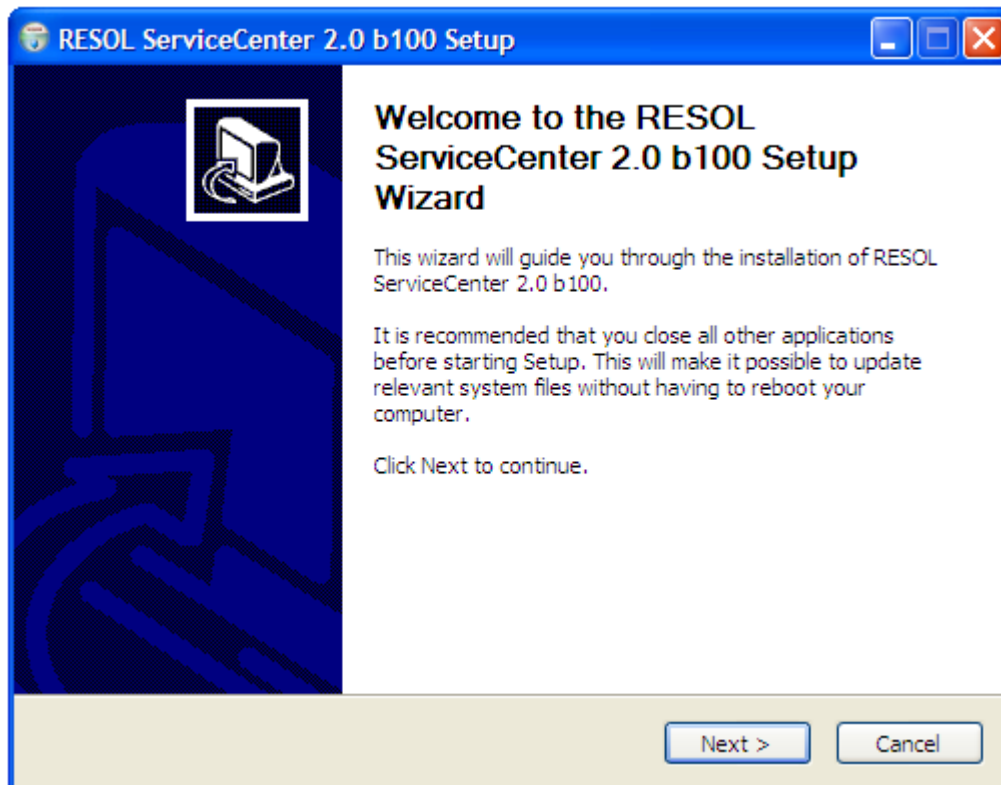
Saldrá este mensaje. Hacer click sobre "Si".

Nota: Si no está instalada una versión actual de Java, no funcionará el programa, en tal caso habrá que instalarla ejecutando:

D:\04 RESOL Service Center\jxpiinstall.exe



Seguidamente sobre "Next >"



Sucesivamente hasta que esté instalado el programa.

## 4 Monitorización de la instalación solar térmica

Una vez instalado, habrá que ejecutar la conexión “Instalación Solar” creada en el punto anterior antes de abrir el programa. Una vez esté conectado al Datalogger a través del puerto virtual se podrá abrir el programa.

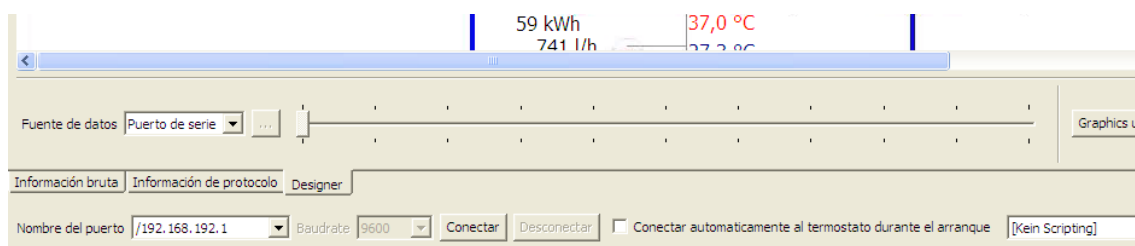
En el menú Archivo seleccionar Abrir proyecto y seleccionar el archivo GVO contenido en el CD

D:\05 Proyecto\GVO.rsc

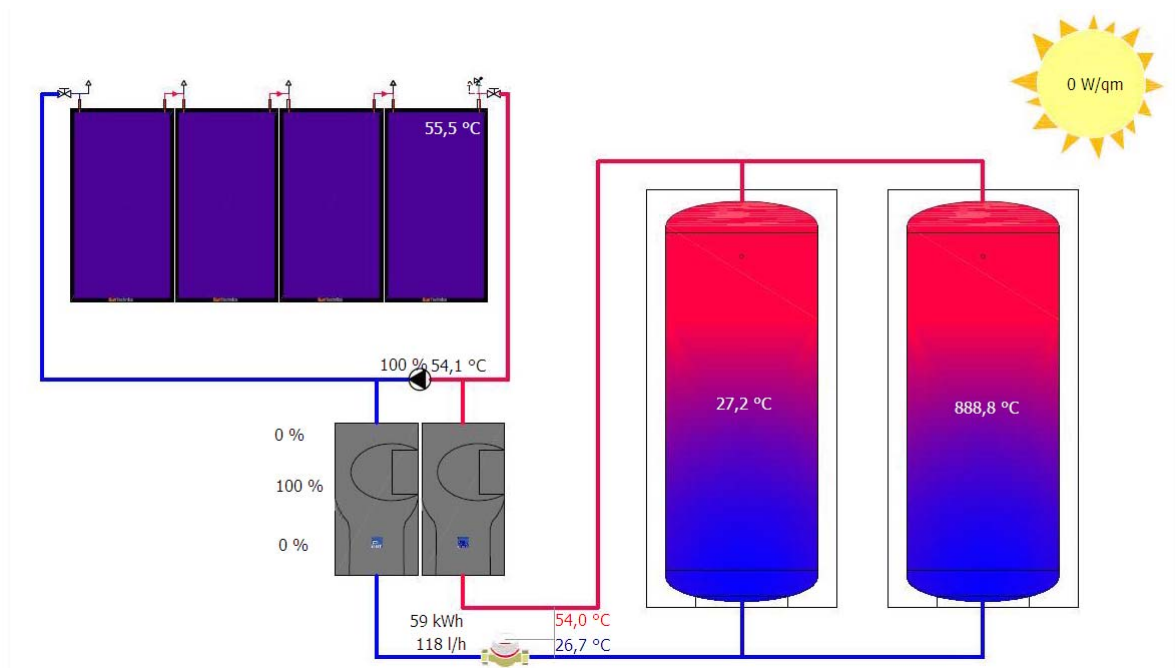
Debería guardarse este archivo en la siguiente ubicación para así tener un acceso más rápido

C:\Archivos de programa\RESOL\ServiceCenterFull\workspace

Una vez abierto el proyecto seleccionar la ventana “Grabación VBus” y una vez allí seleccionar el puerto /192.168.192.1 y después “Conectar” en la parte inferior de la pantalla.



Se establecerá la conexión entre el programa y el Datalogger y se podrá observar en tiempo real la evolución de la instalación de manera gráfica con temperaturas de los distintos puntos de la instalación así como el funcionamiento de las bombas, el caudal del circuito secundario, la energía recibida por el circuito secundario y la radiación solar que hay en cada instante.



## Anexo 5

---

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Ju	3-7-08 0:00	0	21,6	24,9	75,4	57,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:06	0	21,4	24,3	75,4	57,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:12	0	21,4	23,8	75,6	57,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:18	0	20,9	23,4	75,6	57,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:24	0	21,3	23,5	75,5	57,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:30	0	20,9	22,4	75,5	57,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:36	0	21,0	22,2	75,5	57,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:42	0	20,8	22,0	75,4	57,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:48	0	21,0	21,8	75,2	57,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 0:54	0	20,9	22,3	75,3	57,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:00	0	20,8	21,6	75,3	57,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:06	0	21,1	21,8	75,5	56,8	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:12	0	20,9	21,5	75,3	56,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:18	0	21,0	21,4	75,2	56,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:24	0	20,8	20,8	75,4	56,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:30	0	20,1	20,1	75,5	56,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:36	0	20,3	19,9	75,2	56,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:42	0	20,3	20,1	75,2	56,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:48	0	20,0	19,8	75,5	56,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 1:54	0	19,8	20,0	75,4	56,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:00	0	20,2	20,2	75,1	56,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:06	0	20,2	19,8	75,4	55,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:12	0	20,0	19,9	76,7	56,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:18	0	20,0	20,0	78,0	55,8	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:24	0	20,1	19,9	79,9	55,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:30	0	19,9	19,9	81,3	55,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:36	0	19,9	20,2	82,5	55,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:42	0	19,9	19,8	83,8	55,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:48	0	20,1	20,0	85,2	55,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 2:54	0	20,1	20,0	87,0	55,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:00	0	20,2	20,1	88,3	55,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:06	0	20,0	19,9	89,5	55,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:12	0	19,9	20,1	91,0	55,3	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:18	0	19,9	20,0	92,6	55,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:24	0	19,8	20,0	93,9	54,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:30	0	19,8	19,9	95,6	55,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:36	0	19,3	20,2	95,6	54,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:42	0	19,3	20,0	95,7	54,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:48	0	19,2	20,0	95,5	54,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 3:54	0	19,0	20,1	95,5	54,6	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:00	0	19,0	19,8	95,3	54,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:06	0	18,6	19,7	95,5	54,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:12	0	18,5	19,9	95,3	54,3	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:18	0	18,5	19,8	95,4	54,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:24	0	18,3	19,6	95,5	54,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:30	0	17,9	19,5	79,7	54,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:36	0	17,9	19,6	53,1	54,3	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:42	0	17,7	18,8	31,6	54,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:48	0	17,7	18,6	24,1	57,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 4:54	0	17,5	18,2	24,0	52,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 5:00	0	17,4	18,2	24,2	49,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 5:06	0	17,5	17,9	23,9	49,3	0,00	0	0	0

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m <sup>2</sup> )	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Ju	3-7-08 5:12	2	17,5	18,0	24,3	49,5	0,00	0	0	0,027504
Ju	3-7-08 5:18	13	17,8	18,4	23,9	49,3	0,00	0	0	0,178776
Ju	3-7-08 5:24	17	17,6	18,4	24,1	49,6	0,00	0	0	0,233784
Ju	3-7-08 5:30	21	18,0	18,9	24,2	49,6	0,00	0	0	0,288792
Ju	3-7-08 5:36	24	18,1	19,3	24,0	49,4	0,00	0	0	0,330048
Ju	3-7-08 5:42	27	18,1	20,2	24,1	49,5	0,00	0	0	0,371304
Ju	3-7-08 5:48	30	18,0	20,4	24,2	49,2	0,00	0	0	0,41256
Ju	3-7-08 5:54	34	18,1	21,5	24,3	49,6	0,00	0	0	0,467568
Ju	3-7-08 6:00	37	18,1	22,4	24,0	49,3	0,00	0	0	0,508824
Ju	3-7-08 6:06	39	18,3	23,6	24,3	49,2	0,00	0	0	0,536328
Ju	3-7-08 6:12	40	18,3	24,2	24,0	49,5	0,00	0	0	0,55008
Ju	3-7-08 6:18	43	18,1	25,5	24,3	49,3	0,00	0	0	0,591336
Ju	3-7-08 6:24	46	18,6	27,0	24,0	49,4	0,00	0	0	0,632592
Ju	3-7-08 6:30	53	18,6	28,0	24,3	49,3	0,00	0	0	0,728856
Ju	3-7-08 6:36	67	19,0	29,2	24,4	49,2	0,00	0	0	0,921384
Ju	3-7-08 6:42	88	19,1	29,4	24,1	49,5	0,00	0	0	1,210176
Ju	3-7-08 6:48	105	19,4	29,4	24,0	49,2	0,00	0	0	1,44396
Ju	3-7-08 6:54	121	19,3	30,1	24,3	49,5	0,00	0	0	1,663992
Ju	3-7-08 7:00	139	19,4	30,4	24,1	49,2	0,00	0	0	1,911528
Ju	3-7-08 7:06	158	19,9	30,6	24,4	49,3	0,00	0	0	2,172816
Ju	3-7-08 7:12	175	19,7	32,0	24,3	49,2	1,62	1	0	2,4066
Ju	3-7-08 7:18	193	20,3	33,1	24,4	49,3	1,79	1	0	2,654136
Ju	3-7-08 7:24	212	20,1	34,2	24,8	49,4	1,94	1	0	2,915424
Ju	3-7-08 7:30	232	20,3	34,9	25,0	49,5	2,15	1	0	3,190464
Ju	3-7-08 7:36	254	20,4	35,6	25,0	49,2	2,34	1	0	3,493008
Ju	3-7-08 7:42	271	20,6	36,4	25,4	49,2	2,50	1	0	3,726792
Ju	3-7-08 7:48	291	20,9	36,9	25,6	49,1	2,69	1	0	4,001832
Ju	3-7-08 7:54	312	20,7	36,9	25,7	49,3	2,87	1	0	4,290624
Ju	3-7-08 8:00	331	20,8	37,2	26,1	49,3	3,04	1	0	4,551912
Ju	3-7-08 8:06	353	21,1	37,5	26,4	49,3	3,29	1	0	4,854456
Ju	3-7-08 8:12	373	21,0	37,9	26,6	49,3	3,48	1	0	5,129496
Ju	3-7-08 8:18	394	21,1	38,3	25,5	49,1	3,70	1	0	5,418288
Ju	3-7-08 8:24	414	21,4	38,8	26,0	49,1	3,89	1	0	5,693328
Ju	3-7-08 8:30	434	21,3	39,1	26,5	49,0	4,06	1	0	5,968368
Ju	3-7-08 8:36	453	21,7	39,5	26,8	49,4	4,27	1	0	6,229656
Ju	3-7-08 8:42	474	21,8	39,9	27,3	49,0	4,44	1	0	6,518448
Ju	3-7-08 8:48	493	22,0	40,0	27,7	49,0	4,63	1	0	6,779736
Ju	3-7-08 8:54	512	21,9	40,4	28,1	49,0	4,83	1	0	7,041024
Ju	3-7-08 9:00	531	22,1	40,9	28,6	49,0	4,98	1	0	7,302312
Ju	3-7-08 9:06	549	22,2	40,9	29,0	49,2	5,20	1	0	7,549848
Ju	3-7-08 9:12	568	21,9	41,4	29,6	49,3	5,29	1	0	7,811136
Ju	3-7-08 9:18	586	22,3	41,9	29,9	49,3	5,51	1	0	8,058672
Ju	3-7-08 9:24	605	22,8	42,3	30,5	49,0	5,69	1	0	8,31996
Ju	3-7-08 9:30	623	22,7	42,9	31,0	49,2	5,85	1	0	8,567496
Ju	3-7-08 9:36	639	22,9	43,3	31,7	48,9	6,01	1	0	8,787528
Ju	3-7-08 9:42	655	22,8	43,7	32,3	49,1	6,12	1	0	9,00756
Ju	3-7-08 9:48	670	23,5	44,0	33,0	49,2	6,31	1	0	9,21384
Ju	3-7-08 9:54	687	23,3	44,5	33,6	49,0	6,45	1	0	9,447624
Ju	3-7-08 10:00	702	23,8	45,2	34,2	48,9	6,54	1	0	9,653904
Ju	3-7-08 10:06	717	23,7	46,3	34,7	49,2	6,66	1	0	9,860184
Ju	3-7-08 10:12	732	24,1	47,5	35,3	49,2	6,80	1	0	10,066464
Ju	3-7-08 10:18	745	24,0	48,0	35,9	49,1	6,91	1	0	10,24524



Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Ju	3-7-08 10:24	759	24,5	49,4	36,5	48,9	7,01	1	0	10,437768
Ju	3-7-08 10:30	772	24,7	50,5	37,4	48,9	7,09	1	0	10,616544
Ju	3-7-08 10:36	785	24,6	51,6	37,9	49,0	7,10	1	0	10,79532
Ju	3-7-08 10:42	796	25,1	52,3	38,9	49,0	7,24	1	0	10,946592
Ju	3-7-08 10:48	807	25,0	53,1	39,3	48,8	7,25	1	0	11,097864
Ju	3-7-08 10:54	817	25,2	53,7	40,3	48,8	7,35	1	0	11,235384
Ju	3-7-08 11:00	827	25,2	54,8	41,0	49,0	7,39	1	0	11,372904
Ju	3-7-08 11:06	836	25,3	54,9	41,5	49,0	7,51	1	0	11,496672
Ju	3-7-08 11:12	844	25,8	55,1	42,3	49,0	7,54	1	0	11,606688
Ju	3-7-08 11:18	818	25,7	55,8	42,9	48,9	7,25	1	0	11,249136
Ju	3-7-08 11:24	825	25,9	56,1	43,9	49,0	7,30	1	0	11,3454
Ju	3-7-08 11:30	833	26,0	56,3	44,6	49,1	7,41	1	0	11,455416
Ju	3-7-08 11:36	839	26,2	57,4	45,4	49,0	7,41	1	0	11,537928
Ju	3-7-08 11:42	844	26,7	57,5	46,0	48,8	7,45	1	0	11,606688
Ju	3-7-08 11:48	849	27,0	58,0	46,7	48,8	7,50	1	0	11,675448
Ju	3-7-08 11:54	852	26,9	58,2	47,7	48,8	7,52	1	0	11,716704
Ju	3-7-08 12:00	856	27,0	58,6	48,3	48,8	7,44	1	0	11,771712
Ju	3-7-08 12:06	860	27,5	58,8	49,0	49,0	7,46	1	0	11,82672
Ju	3-7-08 12:12	862	27,9	59,5	49,9	48,9	7,57	1	0	11,854224
Ju	3-7-08 12:18	818	28,0	60,1	50,4	48,7	7,09	1	0	11,249136
Ju	3-7-08 12:24	817	27,9	60,4	51,4	48,9	6,88	1	0	11,235384
Ju	3-7-08 12:30	816	28,1	61,0	52,1	48,8	6,92	1	0	11,221632
Ju	3-7-08 12:36	816	28,0	62,0	52,6	48,9	6,88	1	0	11,221632
Ju	3-7-08 12:42	817	28,2	62,4	53,5	48,9	6,82	1	0	11,235384
Ju	3-7-08 12:48	787	28,2	62,7	53,9	48,7	6,50	1	0	10,822824
Ju	3-7-08 12:54	740	28,6	63,5	54,8	48,6	5,99	1	0	10,17648
Ju	3-7-08 13:00	737	28,8	63,8	55,6	48,9	5,99	1	0	10,135224
Ju	3-7-08 13:06	734	29,1	64,2	56,2	48,7	5,83	1	0	10,093968
Ju	3-7-08 13:12	731	29,0	64,9	56,8	48,9	5,74	1	0	10,052712
Ju	3-7-08 13:18	681	29,3	65,8	57,3	48,9	5,23	1	0	9,365112
Ju	3-7-08 13:24	650	29,4	66,4	57,8	48,6	5,01	1	0	8,9388
Ju	3-7-08 13:30	646	29,2	66,3	58,6	48,6	4,92	1	0	8,883792
Ju	3-7-08 13:36	642	29,5	67,5	59,1	48,7	4,71	1	0	8,828784
Ju	3-7-08 13:42	636	29,7	67,8	59,7	48,5	4,71	1	0	8,746272
Ju	3-7-08 13:48	630	29,9	67,9	60,3	48,7	4,59	1	0	8,66376
Ju	3-7-08 13:54	624	29,9	68,5	60,8	48,8	4,59	1	0	8,581248
Ju	3-7-08 14:00	617	30,2	69,0	61,3	48,8	4,44	1	0	8,484984
Ju	3-7-08 14:06	610	30,1	69,7	61,7	48,6	4,34	1	0	8,38872
Ju	3-7-08 14:12	602	30,1	70,2	62,4	48,8	4,24	1	0	8,278704
Ju	3-7-08 14:18	577	30,3	71,1	62,8	48,5	4,01	1	0	7,934904
Ju	3-7-08 14:24	570	30,3	71,9	63,1	48,8	3,92	1	0	7,83864
Ju	3-7-08 14:30	561	30,3	72,5	63,7	48,5	3,71	1	0	7,714872
Ju	3-7-08 14:36	552	30,8	72,9	64,2	48,8	3,73	1	0	7,591104
Ju	3-7-08 14:42	542	31,0	73,7	64,9	48,8	3,57	1	0	7,453584
Ju	3-7-08 14:48	495	31,1	73,9	65,3	48,6	3,01	1	0	6,80724
Ju	3-7-08 14:54	486	31,3	74,4	65,7	48,4	2,93	1	0	6,683472
Ju	3-7-08 15:00	477	31,1	74,6	66,1	48,4	2,87	1	0	6,559704
Ju	3-7-08 15:06	466	31,4	75,0	66,5	48,5	2,75	1	0	6,408432
Ju	3-7-08 15:12	456	31,4	75,3	67,0	48,6	2,76	1	0	6,270912
Ju	3-7-08 15:18	445	31,8	75,0	67,3	48,6	2,65	1	0	6,11964
Ju	3-7-08 15:24	434	31,8	75,3	67,7	48,7	2,51	1	0	5,968368
Ju	3-7-08 15:30	423	31,3	75,4	68,1	48,6	2,29	1	0	5,817096

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Ju	3-7-08 15:36	411	31,3	75,6	68,5	48,6	2,15	1	0	5,652072
Ju	3-7-08 15:42	399	31,3	75,8	68,7	48,4	2,22	1	0	5,487048
Ju	3-7-08 15:48	387	31,1	75,9	69,0	48,5	0,00	0	0	5,322024
Ju	3-7-08 15:54	375	31,1	76,2	69,3	48,3	0,00	0	0	5,157
Ju	3-7-08 16:00	363	30,8	76,4	69,3	48,4	1,70	1	0	4,991976
Ju	3-7-08 16:06	350	30,7	76,1	69,5	48,5	0,00	0	0	4,8132
Ju	3-7-08 16:12	332	31,0	77,2	69,7	48,6	1,53	1	0	4,565664
Ju	3-7-08 16:18	309	30,7	77,1	69,7	48,5	1,34	1	0	4,249368
Ju	3-7-08 16:24	286	30,8	78,0	70,2	48,3	1,11	1	0	3,933072
Ju	3-7-08 16:30	261	30,9	77,9	70,2	48,4	1,04	1	0	3,589272
Ju	3-7-08 16:36	236	30,6	79,3	70,3	48,5	0,71	1	0	3,245472
Ju	3-7-08 16:42	224	30,1	80,1	70,8	48,3	0,69	1	0	3,080448
Ju	3-7-08 16:48	213	30,1	80,9	70,7	48,6	0,60	1	0	2,929176
Ju	3-7-08 16:54	202	30,3	82,2	70,9	48,4	0,50	1	0	2,777904
Ju	3-7-08 17:00	191	30,1	81,9	71,3	48,3	0,43	1	0	2,626632
Ju	3-7-08 17:06	179	29,8	83,1	71,4	48,5	0,36	1	0	2,461608
Ju	3-7-08 17:12	168	29,9	82,7	71,5	48,3	0,32	1	0	2,310336
Ju	3-7-08 17:18	157	30,1	84,1	71,8	48,2	0,31	1	0	2,159064
Ju	3-7-08 17:24	146	29,6	84,3	71,7	48,4	0,18	1	0	2,007792
Ju	3-7-08 17:30	135	29,4	84,9	71,9	48,5	0,14	1	0	1,85652
Ju	3-7-08 17:36	124	29,1	84,9	72,2	48,5	0,12	1	0	1,705248
Ju	3-7-08 17:42	113	29,1	85,3	72,3	48,2	0,02	1	0	1,553976
Ju	3-7-08 17:48	103	28,8	85,2	72,1	48,3	0,06	1	0	1,416456
Ju	3-7-08 17:54	92	28,7	84,8	72,5	48,2	0,02	1	0	1,265184
Ju	3-7-08 18:00	82	28,5	84,8	72,3	48,5	0,00	1	0	1,127664
Ju	3-7-08 18:06	73	28,3	84,9	72,5	48,5	0,00	1	0	1,003896
Ju	3-7-08 18:12	63	28,0	85,1	72,5	48,5	0,00	1	0	0,866376
Ju	3-7-08 18:18	54	28,2	84,7	72,3	48,3	0,00	1	0	0,742608
Ju	3-7-08 18:24	45	27,9	84,4	72,5	48,3	0,00	1	0	0,61884
Ju	3-7-08 18:30	38	27,8	83,9	72,4	48,2	0,00	1	0	0,522576
Ju	3-7-08 18:36	33	27,3	82,5	72,5	50,0	0,00	1	0	0,453816
Ju	3-7-08 18:42	30	27,4	80,0	72,8	51,5	0,00	1	0	0,41256
Ju	3-7-08 18:48	27	27,2	77,6	72,9	53,0	0,00	0	0	0,371304
Ju	3-7-08 18:54	24	27,0	74,3	72,6	54,3	0,00	0	0	0,330048
Ju	3-7-08 19:00	21	26,7	71,1	72,6	55,5	0,00	0	0	0,288792
Ju	3-7-08 19:06	18	26,3	68,4	72,7	57,2	0,00	0	0	0,247536
Ju	3-7-08 19:12	16	26,1	66,8	72,8	58,5	0,00	0	0	0,220032
Ju	3-7-08 19:18	15	26,0	65,1	72,6	60,0	0,00	0	0	0,20628
Ju	3-7-08 19:24	14	25,5	63,7	72,6	61,3	0,00	0	0	0,192528
Ju	3-7-08 19:30	12	25,3	62,2	72,8	62,5	0,00	0	0	0,165024
Ju	3-7-08 19:36	6	25,3	59,8	72,8	64,3	0,00	0	0	0,082512
Ju	3-7-08 19:42	0	24,9	57,4	72,5	66,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 19:48	0	24,8	55,7	72,4	67,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 19:54	0	24,6	54,0	72,6	67,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:00	0	24,5	51,8	72,5	67,3	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:06	0	24,4	50,3	72,6	67,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:12	0	24,1	49,6	72,4	67,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:18	0	24,1	48,2	72,5	67,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:24	0	23,8	46,6	72,5	65,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:30	0	24,3	45,2	72,5	68,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:36	0	23,9	44,2	72,5	67,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:42	0	24,1	42,3	72,3	68,0	0,00	0	0	0

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermo	
Ju	3-7-08 20:48	0	24,1	40,7	72,4	65,8	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 20:54	0	23,9	39,6	72,3	63,8	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:00	0	24,1	38,0	72,5	63,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:06	0	23,8	36,0	72,3	63,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:12	0	23,7	34,1	72,4	63,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:18	0	23,6	32,1	72,5	63,3	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:24	0	23,4	30,9	72,2	63,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:30	0	23,1	30,4	72,5	63,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:36	0	23,1	30,1	72,5	63,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:42	0	23,2	29,6	72,3	63,0	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:48	0	22,9	29,6	72,5	62,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 21:54	0	22,8	28,5	72,3	63,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:00	0	23,3	28,3	72,2	60,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:06	0	23,2	28,2	72,2	60,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:12	0	23,0	27,9	72,2	60,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:18	0	23,0	28,1	72,2	60,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:24	0	22,7	27,9	72,4	60,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:30	0	22,6	27,7	72,2	60,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:36	0	22,6	27,6	72,1	60,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:42	0	22,4	27,4	72,2	60,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:48	0	22,5	26,6	72,0	60,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 22:54	0	22,4	26,3	72,1	60,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:00	0	22,3	26,1	72,0	60,1	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:06	0	22,0	25,7	72,2	60,2	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:12	0	21,8	25,3	72,1	59,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:18	0	21,8	24,6	72,2	59,7	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:24	0	22,2	24,2	72,1	59,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:30	0	21,8	24,2	72,2	59,9	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:36	0	22,1	24,0	71,9	59,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:42	0	22,1	23,9	72,2	59,5	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:48	0	22,2	24,3	72,2	59,4	0,00	0	0	0
Ju	3-7-08 23:54	0	21,9	24,1	72,0	59,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:00	0	21,9	24,0	71,8	59,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:06	0	21,4	24,0	71,8	59,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:12	0	21,3	24,2	71,9	59,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:18	0	21,4	24,1	72,0	58,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:24	0	21,0	24,0	72,0	59,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:30	0	21,2	24,0	71,9	59,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:36	0	20,9	24,1	71,8	58,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:42	0	21,0	24,0	71,8	58,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:48	0	20,9	23,8	71,7	58,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 0:54	0	21,0	24,2	71,8	58,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:00	0	21,2	23,9	71,8	58,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:06	0	21,2	24,1	72,0	58,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:12	0	20,9	24,0	71,9	58,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:18	0	21,1	23,9	71,9	58,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:24	0	20,5	24,1	71,7	58,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:30	0	20,6	24,0	71,6	57,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:36	0	20,2	24,0	71,7	58,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:42	0	19,8	24,2	71,9	58,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:48	0	20,0	24,0	71,8	57,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 1:54	0	19,9	23,6	71,9	57,7	0,00	0	0	0

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermo	
Vi	4-7-08 2:00	0	19,7	23,8	71,8	57,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:06	0	19,9	23,3	73,2	57,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:12	0	19,8	23,1	74,6	57,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:18	0	20,0	22,6	76,1	57,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:24	0	20,0	22,5	77,6	57,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:30	0	20,1	22,2	78,8	57,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:36	0	19,9	22,0	80,4	57,2	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:42	0	20,1	22,0	81,8	57,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:48	0	19,9	21,9	83,2	57,2	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 2:54	0	19,9	21,7	84,8	57,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:00	0	20,1	22,2	86,0	56,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:06	0	19,9	22,0	87,7	56,8	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:12	0	19,8	21,9	89,0	56,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:18	0	19,9	21,8	90,4	56,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:24	0	19,7	22,0	91,7	56,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:30	0	19,7	22,2	93,1	56,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:36	0	19,4	21,8	93,3	56,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:42	0	19,2	21,9	93,1	56,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:48	0	19,1	21,8	93,3	56,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 3:54	0	19,0	21,9	93,4	56,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:00	0	18,9	22,1	93,2	56,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:06	0	18,7	21,7	93,1	56,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:12	0	18,9	21,5	93,0	56,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:18	0	18,1	21,9	93,3	55,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:24	0	18,1	21,3	93,0	55,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:30	0	18,0	20,6	82,9	55,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:36	0	17,8	20,4	64,4	55,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:42	0	17,9	20,2	48,0	56,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:48	0	17,6	19,9	32,9	58,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 4:54	0	17,5	20,2	25,0	54,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 5:00	0	17,4	20,2	24,6	50,9	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 5:06	0	17,5	19,8	24,7	51,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 5:12	1	17,4	20,0	24,9	51,1	0,00	0	0	0,013752
Vi	4-7-08 5:18	8	17,7	19,9	24,6	51,5	0,00	0	0	0,110016
Vi	4-7-08 5:24	11	17,8	20,1	24,8	51,4	0,00	0	0	0,151272
Vi	4-7-08 5:30	13	17,8	20,4	24,7	51,4	0,00	0	0	0,178776
Vi	4-7-08 5:36	15	17,7	20,1	24,8	51,2	0,00	0	0	0,20628
Vi	4-7-08 5:42	17	18,1	20,9	24,7	51,1	0,00	0	0	0,233784
Vi	4-7-08 5:48	19	18,1	21,5	24,6	51,0	0,00	0	0	0,261288
Vi	4-7-08 5:54	21	17,9	22,2	24,7	51,2	0,00	0	0	0,288792
Vi	4-7-08 6:00	23	18,2	22,5	24,8	51,1	0,00	0	0	0,316296
Vi	4-7-08 6:06	24	18,2	23,5	24,6	51,2	0,00	0	0	0,330048
Vi	4-7-08 6:12	25	18,2	24,0	24,8	51,3	0,00	0	0	0,3438
Vi	4-7-08 6:18	27	18,1	24,7	24,5	51,1	0,00	0	0	0,371304
Vi	4-7-08 6:24	29	18,6	25,4	24,6	51,3	0,00	0	0	0,398808
Vi	4-7-08 6:30	33	18,9	26,3	24,7	51,3	0,00	0	0	0,453816
Vi	4-7-08 6:36	42	18,7	27,5	24,6	51,1	0,00	0	0	0,577584
Vi	4-7-08 6:42	55	19,2	28,2	24,8	51,0	0,00	0	0	0,75636
Vi	4-7-08 6:48	66	19,3	29,0	24,6	51,2	0,00	0	0	0,907632
Vi	4-7-08 6:54	76	19,4	29,8	24,7	51,1	0,00	0	0	1,045152
Vi	4-7-08 7:00	87	19,7	30,6	24,6	51,0	0,00	0	0	1,196424
Vi	4-7-08 7:06	99	19,8	31,4	24,8	51,1	0,00	0	0	1,361448

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Vi	4-7-08 7:12	110	19,7	32,2	24,6	51,1	0,99	1	0	1,51272
Vi	4-7-08 7:18	121	20,3	32,9	25,0	51,0	1,10	1	0	1,663992
Vi	4-7-08 7:24	133	19,9	33,2	25,0	51,0	1,20	1	0	1,829016
Vi	4-7-08 7:30	146	20,1	33,8	25,2	51,1	1,31	1	0	2,007792
Vi	4-7-08 7:36	159	20,4	34,6	25,2	51,0	1,42	1	0	2,186568
Vi	4-7-08 7:42	170	20,5	34,8	25,5	51,1	1,54	1	0	2,33784
Vi	4-7-08 7:48	183	20,8	35,0	25,7	51,2	1,67	1	0	2,516616
Vi	4-7-08 7:54	196	20,9	34,8	25,7	51,0	1,80	1	0	2,695392
Vi	4-7-08 8:00	208	20,9	34,8	25,9	50,9	1,92	1	0	2,860416
Vi	4-7-08 8:06	221	21,1	35,2	26,0	51,1	2,03	1	0	3,039192
Vi	4-7-08 8:12	234	21,3	35,3	26,5	51,1	2,14	1	0	3,217968
Vi	4-7-08 8:18	247	21,2	35,6	26,6	50,9	2,28	1	0	3,396744
Vi	4-7-08 8:24	260	21,3	36,1	26,6	51,0	2,38	1	0	3,57552
Vi	4-7-08 8:30	272	21,2	36,7	27,1	51,2	2,49	1	0	3,740544
Vi	4-7-08 8:36	284	21,6	37,6	27,1	51,0	2,61	1	0	3,905568
Vi	4-7-08 8:42	297	21,9	38,0	27,5	51,2	2,72	1	0	4,084344
Vi	4-7-08 8:48	309	22,0	38,5	27,9	50,9	2,82	1	0	4,249368
Vi	4-7-08 8:54	321	22,1	38,7	28,0	50,9	2,95	1	0	4,414392
Vi	4-7-08 9:00	333	22,2	39,4	28,5	50,8	3,04	1	0	4,579416
Vi	4-7-08 9:06	344	22,0	39,3	28,6	51,1	3,14	1	0	4,730688
Vi	4-7-08 9:12	356	22,1	39,5	28,8	51,0	3,22	1	0	4,895712
Vi	4-7-08 9:18	367	22,3	39,7	29,3	51,1	3,34	1	0	5,046984
Vi	4-7-08 9:24	379	22,5	39,9	29,7	50,8	3,49	1	0	5,212008
Vi	4-7-08 9:30	390	22,8	40,3	30,1	51,1	3,60	1	0	5,36328
Vi	4-7-08 9:36	401	22,9	40,4	30,3	50,8	3,69	1	0	5,514552
Vi	4-7-08 9:42	411	22,9	40,6	30,7	50,9	3,74	1	0	5,652072
Vi	4-7-08 9:48	420	23,5	41,1	31,2	50,9	3,87	1	0	5,77584
Vi	4-7-08 9:54	431	23,4	41,4	31,4	50,9	3,96	1	0	5,927112
Vi	4-7-08 10:00	440	23,7	41,7	31,9	50,8	4,05	1	0	6,05088
Vi	4-7-08 10:06	449	23,9	42,0	32,4	50,9	4,11	1	0	6,174648
Vi	4-7-08 10:12	459	24,1	41,8	32,6	51,0	4,25	1	0	6,312168
Vi	4-7-08 10:18	467	24,3	42,7	33,0	50,9	4,30	1	0	6,422184
Vi	4-7-08 10:24	476	24,3	42,9	33,5	50,8	4,35	1	0	6,545952
Vi	4-7-08 10:30	484	24,6	43,8	33,9	50,8	4,39	1	0	6,655968
Vi	4-7-08 10:36	492	24,9	44,0	34,4	50,8	4,46	1	0	6,765984
Vi	4-7-08 10:42	499	24,8	44,6	34,7	50,7	4,55	1	0	6,862248
Vi	4-7-08 10:48	506	25,0	44,9	35,3	50,6	4,59	1	0	6,958512
Vi	4-7-08 10:54	512	25,0	44,8	35,5	50,9	4,62	1	0	7,041024
Vi	4-7-08 11:00	519	25,3	45,2	36,0	50,6	4,70	1	0	7,137288
Vi	4-7-08 11:06	524	25,2	44,9	36,7	50,8	4,76	1	0	7,206048
Vi	4-7-08 11:12	529	25,5	45,4	36,9	50,8	4,81	1	0	7,274808
Vi	4-7-08 11:18	535	26,0	45,6	37,3	50,8	4,83	1	0	7,35732
Vi	4-7-08 11:24	540	25,9	45,8	37,9	50,6	4,89	1	0	7,42608
Vi	4-7-08 11:30	545	26,0	46,1	38,3	50,8	4,93	1	0	7,49484
Vi	4-7-08 11:36	549	26,6	46,3	38,9	50,7	5,01	1	0	7,549848
Vi	4-7-08 11:42	552	26,6	46,5	39,4	50,7	4,98	1	0	7,591104
Vi	4-7-08 11:48	555	26,8	47,3	40,1	50,6	5,00	1	0	7,63236
Vi	4-7-08 11:54	557	27,2	47,7	40,4	50,8	4,98	1	0	7,659864
Vi	4-7-08 12:00	560	27,1	48,1	40,8	50,8	5,00	1	0	7,70112
Vi	4-7-08 12:06	562	27,5	48,4	41,4	50,8	2,01	0	0	7,728624
Vi	4-7-08 12:12	564	27,8	48,5	41,8	50,5	0,00	0	0	7,756128
Vi	4-7-08 12:18	565	27,9	49,6	41,9	50,8	5,02	1	0	7,76988

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m²)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Vi	4-7-08 12:24	565	28,1	50,4	42,3	50,5	5,03	1	0	7,76988
Vi	4-7-08 12:30	564	27,8	50,5	42,9	50,8	4,97	1	0	7,756128
Vi	4-7-08 12:36	564	28,2	51,5	43,5	50,4	4,91	1	0	7,756128
Vi	4-7-08 12:42	565	28,2	52,6	44,1	50,5	4,85	1	0	7,76988
Vi	4-7-08 12:48	563	28,3	52,9	44,6	50,4	4,85	1	0	7,742376
Vi	4-7-08 12:54	562	28,5	53,3	44,8	50,7	4,88	1	0	7,728624
Vi	4-7-08 13:00	561	28,9	53,5	45,5	50,7	4,80	1	0	7,714872
Vi	4-7-08 13:06	558	28,9	54,3	45,8	50,5	4,79	1	0	7,673616
Vi	4-7-08 13:12	556	29,1	54,8	46,4	50,5	4,71	1	0	7,646112
Vi	4-7-08 13:18	552	29,3	54,9	47,0	50,5	4,65	1	0	7,591104
Vi	4-7-08 13:24	549	28,9	54,8	47,2	50,6	4,57	1	0	7,549848
Vi	4-7-08 13:30	546	29,6	55,7	47,7	50,6	4,58	1	0	7,508592
Vi	4-7-08 13:36	542	29,9	56,0	48,5	50,4	4,52	1	0	7,453584
Vi	4-7-08 13:42	538	30,0	56,5	48,8	50,6	4,44	1	0	7,398576
Vi	4-7-08 13:48	533	29,8	57,1	49,2	50,5	4,40	1	0	7,329816
Vi	4-7-08 13:54	527	29,8	57,5	49,8	50,4	4,23	1	0	7,247304
Vi	4-7-08 14:00	521	29,8	57,6	50,1	50,3	4,14	1	0	7,164792
Vi	4-7-08 14:06	515	30,2	58,1	50,6	50,5	4,19	1	0	7,08228
Vi	4-7-08 14:12	508	29,8	58,0	51,3	50,4	0,00	0	0	6,986016
Vi	4-7-08 14:18	502	29,9	58,5	51,2	50,3	4,02	1	0	6,903504
Vi	4-7-08 14:24	495	30,4	58,6	51,8	50,5	0,00	0	0	6,80724
Vi	4-7-08 14:30	488	30,1	59,1	51,7	50,6	3,84	1	0	6,710976
Vi	4-7-08 14:36	480	30,9	59,9	52,0	50,4	3,73	1	0	6,60096
Vi	4-7-08 14:42	471	31,1	59,8	52,7	50,6	3,60	1	0	6,477192
Vi	4-7-08 14:48	463	30,9	60,3	53,0	50,3	3,58	1	0	6,367176
Vi	4-7-08 14:54	454	31,0	61,0	53,4	50,4	3,41	1	0	6,243408
Vi	4-7-08 15:00	446	31,5	62,2	53,7	50,5	3,40	1	0	6,133392
Vi	4-7-08 15:06	437	31,3	62,9	54,3	50,4	3,25	1	0	6,009624
Vi	4-7-08 15:12	427	31,5	63,4	54,7	50,6	3,09	1	0	5,872104
Vi	4-7-08 15:18	416	31,7	64,0	55,0	50,3	2,95	1	0	5,720832
Vi	4-7-08 15:24	406	31,6	64,5	55,1	50,2	2,81	1	0	5,583312
Vi	4-7-08 15:30	396	31,3	64,7	55,4	50,5	2,70	1	0	5,445792
Vi	4-7-08 15:36	385	31,5	65,0	56,0	50,5	2,60	1	0	5,29452
Vi	4-7-08 15:42	374	31,2	64,8	56,0	50,3	2,52	1	0	5,143248
Vi	4-7-08 15:48	362	31,3	64,8	56,4	50,3	2,44	1	0	4,978224
Vi	4-7-08 15:54	351	31,0	65,1	56,8	50,2	2,31	1	0	4,826952
Vi	4-7-08 16:00	339	31,1	65,1	57,2	50,2	2,19	1	0	4,661928
Vi	4-7-08 16:06	328	31,0	64,8	57,2	50,3	2,09	1	0	4,510656
Vi	4-7-08 16:12	315	31,1	64,9	57,8	50,3	1,93	1	0	4,33188
Vi	4-7-08 16:18	303	30,8	65,1	58,1	50,2	0,00	0	0	4,166856
Vi	4-7-08 16:24	290	30,9	65,5	58,0	50,3	1,75	1	0	3,98808
Vi	4-7-08 16:30	278	30,7	65,4	58,2	50,1	1,65	1	0	3,823056
Vi	4-7-08 16:36	266	30,4	65,6	58,7	50,3	0,00	0	0	3,658032
Vi	4-7-08 16:42	253	30,4	66,1	59,0	50,4	1,40	1	0	3,479256
Vi	4-7-08 16:48	240	30,3	66,5	59,0	50,3	1,28	1	0	3,30048
Vi	4-7-08 16:54	228	30,1	66,8	59,3	50,1	1,14	1	0	3,135456
Vi	4-7-08 17:00	215	30,2	66,7	59,3	50,3	1,10	1	0	2,95668
Vi	4-7-08 17:06	202	30,1	67,1	59,4	50,1	0,99	1	0	2,777904
Vi	4-7-08 17:12	189	30,0	67,1	59,8	50,2	0,87	1	0	2,599128
Vi	4-7-08 17:18	176	29,8	67,3	59,9	50,0	0,83	1	0	2,420352
Vi	4-7-08 17:24	164	29,8	67,7	59,9	50,1	0,72	1	0	2,255328
Vi	4-7-08 17:30	152	29,3	68,0	60,1	50,1	0,62	1	0	2,090304

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m²)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Vi 4-7-08 17:36		139	29,4	68,8	60,4	50,2	0,51	1	0	1,911528
Vi 4-7-08 17:42		128	29,1	69,4	60,4	50,2	0,46	1	0	1,760256
Vi 4-7-08 17:48		116	29,0	69,5	60,3	49,9	0,37	1	0	1,595232
Vi 4-7-08 17:54		104	29,0	70,0	60,4	49,9	0,34	1	0	1,430208
Vi 4-7-08 18:00		93	28,7	70,2	60,4	50,1	0,27	1	0	1,278936
Vi 4-7-08 18:06		82	28,2	70,3	60,5	50,0	0,23	1	0	1,127664
Vi 4-7-08 18:12		71	28,3	69,9	60,5	50,2	0,19	1	0	0,976392
Vi 4-7-08 18:18		61	28,2	70,0	60,6	50,1	0,13	1	0	0,838872
Vi 4-7-08 18:24		51	28,1	69,8	60,6	49,8	0,13	1	0	0,701352
Vi 4-7-08 18:30		43	27,6	69,8	60,9	49,8	0,07	1	0	0,591336
Vi 4-7-08 18:36		37	27,6	70,3	61,0	51,5	0,05	1	0	0,508824
Vi 4-7-08 18:42		34	27,0	70,0	60,6	52,9	0,05	1	0	0,467568
Vi 4-7-08 18:48		30	27,1	69,8	60,8	54,2	0,04	1	0	0,41256
Vi 4-7-08 18:54		27	27,1	69,5	60,9	55,6	0,03	1	0	0,371304
Vi 4-7-08 19:00		24	26,8	69,1	60,8	57,2	0,03	1	0	0,330048
Vi 4-7-08 19:06		21	26,2	68,3	61,0	58,7	0,02	1	0	0,288792
Vi 4-7-08 19:12		19	26,2	67,6	60,7	59,9	0,00	0	0	0,261288
Vi 4-7-08 19:18		17	26,0	66,8	60,8	61,5	0,00	0	0	0,233784
Vi 4-7-08 19:24		16	25,8	64,5	61,1	62,8	0,00	0	0	0,220032
Vi 4-7-08 19:30		13	25,6	62,9	61,0	64,2	0,00	0	0	0,178776
Vi 4-7-08 19:36		7	25,4	60,1	60,8	65,8	0,00	0	0	0,096264
Vi 4-7-08 19:42		0	25,0	57,5	61,0	67,1	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 19:48		0	25,0	55,5	60,8	68,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 19:54		0	24,8	54,0	60,9	68,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:00		0	24,5	51,8	61,0	68,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:06		0	24,5	50,3	60,9	68,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:12		0	24,2	49,8	60,9	68,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:18		0	24,2	48,4	60,8	68,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:24		0	23,8	46,3	60,8	68,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:30		0	24,0	45,1	61,0	64,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:36		0	23,8	44,1	60,6	64,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:42		0	24,0	42,5	61,0	64,5	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:48		0	24,1	40,6	60,6	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 20:54		0	24,0	39,3	60,6	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:00		0	24,1	37,7	60,6	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:06		0	23,8	35,6	60,6	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:12		0	24,0	34,3	60,9	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:18		0	23,7	32,5	60,5	64,3	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:24		0	23,2	31,4	60,9	64,1	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:30		0	23,1	30,2	60,8	64,2	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:36		0	22,9	30,0	60,8	63,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:42		0	23,0	29,5	60,7	63,9	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:48		0	22,8	29,0	60,8	63,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 21:54		0	23,1	28,8	60,6	63,9	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:00		0	23,2	28,6	60,5	63,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:06		0	23,1	28,1	60,4	63,5	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:12		0	23,0	27,9	60,4	63,6	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:18		0	23,0	27,7	60,5	63,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:24		0	22,8	27,9	60,6	63,5	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:30		0	23,0	27,9	60,8	63,7	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:36		0	22,6	27,7	60,7	63,4	0,00	0	0	0
Vi 4-7-08 22:42		0	22,2	27,1	60,4	63,8	0,00	0	0	0

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Vi	4-7-08 22:48	0	22,5	26,7	60,6	63,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 22:54	0	22,3	26,5	60,7	63,5	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:00	0	21,7	26,3	60,6	63,7	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:06	0	22,2	26,1	60,8	63,6	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:12	0	22,0	25,9	60,7	63,2	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:18	0	21,9	25,8	60,6	63,4	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:24	0	22,0	25,7	60,5	63,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:30	0	21,9	25,5	60,6	63,2	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:36	0	22,1	25,3	60,7	63,3	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:42	0	22,1	24,6	60,6	63,1	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:48	0	21,8	24,4	60,5	63,0	0,00	0	0	0
Vi	4-7-08 23:54	0	22,1	24,1	60,5	63,0	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:00	0	21,9	24,3	60,6	62,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:06	0	21,9	24,0	60,3	62,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:12	0	21,2	24,1	60,4	62,8	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:18	0	21,1	24,0	60,3	62,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:24	0	21,1	23,9	60,3	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:30	0	21,0	24,0	60,2	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:36	0	21,1	24,0	60,4	62,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:42	0	21,1	24,2	60,2	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:48	0	21,0	24,1	60,3	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 0:54	0	21,2	24,0	60,6	62,6	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:00	0	21,1	23,9	60,4	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:06	0	21,1	24,0	60,4	62,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:12	0	20,7	23,7	60,4	62,3	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:18	0	20,6	23,4	60,4	62,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:24	0	20,8	23,3	60,3	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:30	0	20,5	23,4	60,2	62,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:36	0	20,0	23,3	60,3	62,1	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:42	0	20,1	23,3	60,2	62,3	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:48	0	19,9	23,1	60,4	62,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 1:54	0	19,8	22,8	60,4	62,1	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:00	0	20,0	22,3	60,4	61,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:06	0	20,1	22,2	60,4	61,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:12	0	19,7	22,1	60,5	61,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:18	0	20,3	22,1	60,2	62,0	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:24	0	19,9	22,2	60,5	61,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:30	0	19,9	22,1	60,4	61,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:36	0	20,3	22,2	60,4	61,5	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:42	0	20,2	22,0	60,1	61,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:48	0	19,8	22,1	60,1	61,6	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 2:54	0	19,9	21,8	60,2	61,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:00	0	19,9	21,8	60,3	61,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:06	0	19,8	21,8	60,1	61,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:12	0	20,1	21,6	60,4	61,3	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:18	0	19,7	21,4	60,2	61,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:24	0	19,6	21,4	60,0	61,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:30	0	19,7	21,6	60,1	60,8	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:36	0	19,3	21,3	60,0	60,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:42	0	19,3	21,1	60,2	61,0	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:48	0	19,0	21,2	60,3	60,8	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 3:54	0	19,2	21,0	60,1	60,7	0,00	0	0	0



Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m²)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Sa	5-7-08 4:00	0	18,9	20,3	60,0	60,6	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:06	0	18,7	20,1	60,0	60,7	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:12	0	18,9	20,1	60,0	60,5	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:18	0	18,3	20,3	60,0	60,4	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:24	0	18,1	20,0	60,2	60,6	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:30	0	17,9	20,2	60,2	60,3	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:36	0	17,8	20,0	59,9	60,3	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:42	0	17,9	19,9	60,1	60,0	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:48	0	17,5	20,1	60,2	60,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 4:54	0	17,6	20,1	60,2	59,9	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 5:00	0	17,4	20,0	59,9	49,2	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 5:06	0	17,1	20,0	60,0	36,6	0,00	0	0	0
Sa	5-7-08 5:12	1	17,5	20,1	60,1	30,5	0,00	0	0	0,013752
Sa	5-7-08 5:18	9	17,5	20,3	60,0	26,0	0,00	0	0	0,123768
Sa	5-7-08 5:24	11	17,7	20,1	59,9	22,8	0,00	0	0	0,151272
Sa	5-7-08 5:30	14	17,8	20,5	60,2	20,3	0,00	0	0	0,192528
Sa	5-7-08 5:36	16	18,1	20,0	59,8	21,7	0,00	0	0	0,220032
Sa	5-7-08 5:42	18	18,0	20,5	60,1	22,4	0,00	0	0	0,247536
Sa	5-7-08 5:48	20	17,9	20,8	60,1	22,9	0,00	0	0	0,27504
Sa	5-7-08 5:54	22	17,9	21,5	60,1	22,3	0,00	0	0	0,302544
Sa	5-7-08 6:00	24	18,3	22,0	59,9	22,4	0,00	0	0	0,330048
Sa	5-7-08 6:06	25	18,2	22,5	60,1	22,3	0,00	0	0	0,3438
Sa	5-7-08 6:12	27	18,3	23,5	59,8	22,3	0,00	0	0	0,371304
Sa	5-7-08 6:18	28	18,6	23,7	60,2	22,4	0,00	0	0	0,385056
Sa	5-7-08 6:24	30	18,5	23,8	59,9	22,1	0,00	0	0	0,41256
Sa	5-7-08 6:30	35	18,9	24,3	60,2	22,3	0,00	0	0	0,48132
Sa	5-7-08 6:36	44	18,7	24,9	60,2	22,1	0,00	0	0	0,605088
Sa	5-7-08 6:42	58	19,2	25,7	60,1	22,2	0,00	0	0	0,797616
Sa	5-7-08 6:48	69	19,2	26,3	60,0	22,1	0,00	0	0	0,948888
Sa	5-7-08 6:54	80	19,2	27,5	60,0	22,3	0,00	0	0	1,10016
Sa	5-7-08 7:00	92	19,5	28,1	59,9	22,4	0,00	0	0	1,265184
Sa	5-7-08 7:06	104	19,8	28,7	59,9	22,4	0,00	0	0	1,430208
Sa	5-7-08 7:12	115	19,7	29,5	60,0	22,4	0,00	0	0	1,58148
Sa	5-7-08 7:18	128	20,1	30,1	59,9	22,2	0,00	0	0	1,760256
Sa	5-7-08 7:24	140	20,0	31,0	60,0	22,3	0,00	0	0	1,92528
Sa	5-7-08 7:30	153	20,1	31,8	60,0	22,1	0,00	0	0	2,104056
Sa	5-7-08 7:36	167	20,4	32,8	59,8	22,2	0,00	0	0	2,296584
Sa	5-7-08 7:42	179	20,6	34,0	59,8	22,2	0,00	0	0	2,461608
Sa	5-7-08 7:48	192	21,0	35,4	60,1	22,0	0,00	0	0	2,640384
Sa	5-7-08 7:54	206	20,6	36,8	60,0	22,1	0,00	0	0	2,832912
Sa	5-7-08 8:00	219	21,1	37,9	59,9	22,0	0,00	0	0	3,011688
Sa	5-7-08 8:06	233	21,3	39,7	59,7	22,1	0,00	0	0	3,204216
Sa	5-7-08 8:12	246	21,0	40,3	60,1	22,0	0,00	0	0	3,382992
Sa	5-7-08 8:18	260	21,4	41,7	59,9	22,0	0,00	0	0	3,57552
Sa	5-7-08 8:24	273	21,1	43,3	60,1	22,4	0,00	0	0	3,754296
Sa	5-7-08 8:30	286	21,5	44,5	59,8	22,3	0,00	0	0	3,933072
Sa	5-7-08 8:36	299	21,7	45,5	59,8	22,2	0,00	0	0	4,111848
Sa	5-7-08 8:42	313	21,7	46,4	59,9	22,3	0,00	0	0	4,304376
Sa	5-7-08 8:48	325	21,8	47,5	60,1	22,4	0,00	0	0	4,4694
Sa	5-7-08 8:54	338	22,1	48,9	59,9	22,4	0,00	0	0	4,648176
Sa	5-7-08 9:00	351	22,2	50,5	60,1	22,2	0,00	0	0	4,826952
Sa	5-7-08 9:06	363	22,2	51,7	59,8	22,1	0,00	0	0	4,991976

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Sa	5-7-08 9:12	375	22,1	53,8	60,0	22,1	0,00	0	0	5,157
Sa	5-7-08 9:18	387	22,2	55,3	59,9	22,3	0,00	0	0	5,322024
Sa	5-7-08 9:24	434	22,7	57,4	60,1	22,0	0,00	0	0	5,968368
Sa	5-7-08 9:30	483	22,6	58,9	60,1	22,0	0,00	0	0	6,642216
Sa	5-7-08 9:36	533	23,1	60,0	60,1	22,4	0,00	0	0	7,329816
Sa	5-7-08 9:42	584	23,0	60,7	59,9	22,1	0,00	0	0	8,031168
Sa	5-7-08 9:48	598	23,1	61,6	59,9	22,0	0,00	0	0	8,223696
Sa	5-7-08 9:54	613	23,2	63,1	60,0	22,2	0,00	0	0	8,429976
Sa	5-7-08 10:00	626	23,6	64,2	60,2	22,1	0,00	0	0	8,608752
Sa	5-7-08 10:06	639	23,9	64,9	60,3	22,3	0,00	0	0	8,787528
Sa	5-7-08 10:12	653	24,1	65,8	60,1	22,2	0,00	0	0	8,980056
Sa	5-7-08 10:18	665	24,2	66,6	60,3	22,1	0,00	0	0	9,14508
Sa	5-7-08 10:24	677	24,5	68,2	60,5	22,3	4,81	1	0	9,310104
Sa	5-7-08 10:30	689	24,8	69,5	61,0	22,3	4,82	1	0	9,475128
Sa	5-7-08 10:36	700	25,0	70,5	61,5	22,2	4,83	1	0	9,6264
Sa	5-7-08 10:42	710	24,8	71,7	62,0	22,3	5,02	1	0	9,76392
Sa	5-7-08 10:48	720	25,1	73,4	62,6	22,0	4,99	1	0	9,90144
Sa	5-7-08 10:54	729	25,0	74,3	63,5	22,4	4,87	1	0	10,025208
Sa	5-7-08 11:00	737	25,4	75,6	64,0	22,3	5,08	1	0	10,135224
Sa	5-7-08 11:06	745	25,2	76,4	64,6	22,4	5,13	1	0	10,24524
Sa	5-7-08 11:12	753	25,5	78,4	65,4	22,4	5,13	1	0	10,355256
Sa	5-7-08 11:18	761	25,8	78,9	66,1	22,1	5,22	1	0	10,465272
Sa	5-7-08 11:24	768	26,0	79,5	66,8	22,4	5,07	1	0	10,561536
Sa	5-7-08 11:30	775	26,1	79,6	67,4	22,1	5,24	1	0	10,6578
Sa	5-7-08 11:36	781	26,3	79,8	68,2	22,3	5,21	1	0	10,740312
Sa	5-7-08 11:42	785	26,7	79,9	68,6	22,1	5,22	1	0	10,79532
Sa	5-7-08 11:48	789	26,9	80,5	69,3	22,3	5,31	1	0	10,850328
Sa	5-7-08 11:54	793	27,2	80,5	70,3	22,3	5,33	1	0	10,905336
Sa	5-7-08 12:00	797	27,1	81,3	70,9	22,2	5,38	1	0	10,960344
Sa	5-7-08 12:06	800	27,4	81,8	71,5	22,3	5,34	1	0	11,0016
Sa	5-7-08 12:12	802	27,6	83,0	72,2	22,3	5,17	1	0	11,029104
Sa	5-7-08 12:18	804	27,7	84,3	73,1	22,1	5,17	1	0	11,056608
Sa	5-7-08 12:24	803	27,7	84,9	73,8	22,4	5,09	1	0	11,042856
Sa	5-7-08 12:30	802	27,7	85,9	74,3	22,1	5,22	1	0	11,029104
Sa	5-7-08 12:36	802	28,4	87,0	75,1	22,3	5,01	1	0	11,029104
Sa	5-7-08 12:42	803	27,9	88,2	75,7	22,2	4,99	1	0	11,042856
Sa	5-7-08 12:48	801	28,3	89,2	76,6	22,1	5,11	1	0	11,015352
Sa	5-7-08 12:54	800	28,7	89,5	77,3	22,1	4,92	1	0	11,0016
Sa	5-7-08 13:00	797	29,0	90,0	77,9	22,1	4,94	1	0	10,960344
Sa	5-7-08 13:06	794	29,0	89,9	78,7	22,1	5,00	1	0	10,919088
Sa	5-7-08 13:12	790	29,2	90,1	79,5	22,3	4,77	1	0	10,86408
Sa	5-7-08 13:18	785	29,2	90,2	79,8	22,3	4,62	1	0	10,79532
Sa	5-7-08 13:24	781	29,3	90,6	80,8	22,0	4,80	1	0	10,740312
Sa	5-7-08 13:30	777	29,3	91,3	81,4	22,3	4,59	1	0	10,685304
Sa	5-7-08 13:36	771	29,6	91,9	82,1	22,3	4,60	1	0	10,602792
Sa	5-7-08 13:42	765	29,8	93,3	82,6	22,0	4,54	1	0	10,52028
Sa	5-7-08 13:48	757	30,0	94,2	83,4	22,4	4,16	1	0	10,410264
Sa	5-7-08 13:54	749	30,0	95,0	84,2	22,3	4,01	1	0	10,300248
Sa	5-7-08 14:00	741	30,1	95,9	84,9	22,3	3,85	1	0	10,190232
Sa	5-7-08 14:06	733	30,0	96,5	85,3	22,3	3,75	1	0	10,080216
Sa	5-7-08 14:12	723	30,1	98,4	86,2	22,4	3,87	1	0	9,942696
Sa	5-7-08 14:18	713	30,0	99,1	86,8	22,3	3,65	1	0	9,805176

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m²)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Sa	5-7-08 14:24	704	30,0	99,5	87,0	22,1	3,31	1	0	9,681408
Sa	5-7-08 14:30	693	30,4	99,7	87,9	22,0	3,47	1	0	9,530136
Sa	5-7-08 14:36	682	30,7	100,0	88,6	22,3	3,22	1	0	9,378864
Sa	5-7-08 14:42	670	30,8	100,2	88,9	22,1	2,99	1	0	9,21384
Sa	5-7-08 14:48	658	31,2	100,1	89,7	22,1	2,88	1	0	9,048816
Sa	5-7-08 14:54	646	31,1	100,2	90,1	22,3	2,85	1	0	8,883792
Sa	5-7-08 15:00	634	31,4	100,3	90,7	22,2	2,62	1	0	8,718768
Sa	5-7-08 15:06	621	31,2	100,7	91,3	22,4	2,69	1	0	8,539992
Sa	5-7-08 15:12	607	31,7	100,4	91,9	22,0	2,41	1	0	8,347464
Sa	5-7-08 15:18	592	31,9	100,5	92,5	22,4	2,32	1	0	8,141184
Sa	5-7-08 15:24	578	31,7	99,4	92,7	22,0	2,26	1,001	0	7,948656
Sa	5-7-08 15:30	562	31,3	96,7	93,0	22,3	2,31	1,001	0	7,728624
Sa	5-7-08 15:36	547	31,4	90,2	92,8	22,7	2,35	1,001	0	7,522344
Sa	5-7-08 15:42	531	31,1	84,8	92,8	23,3	2,40	1,001	0	7,302312
Sa	5-7-08 15:48	515	31,1	76,3	93,0	23,4	2,34	1,001	0	7,08228
Sa	5-7-08 15:54	499	31,1	70,9	93,1	24,2	2,33	1,001	0	6,862248
Sa	5-7-08 16:00	483	31,2	65,1	93,1	24,6	2,54	1,001	0	6,642216
Sa	5-7-08 16:06	466	31,0	61,8	92,9	25,0	2,31	1,001	0	6,408432
Sa	5-7-08 16:12	448	31,1	58,9	93,1	25,4	2,37	1,001	0	6,160896
Sa	5-7-08 16:18	431	31,0	56,9	92,8	25,9	2,31	1,001	0	5,927112
Sa	5-7-08 16:24	413	31,1	53,3	92,8	26,1	2,12	1,001	0	5,679576
Sa	5-7-08 16:30	395	30,9	52,1	93,0	26,5	2,13	1,001	0	5,43204
Sa	5-7-08 16:36	378	30,6	50,7	92,9	26,8	1,92	1,001	0	5,198256
Sa	5-7-08 16:42	360	30,3	49,3	92,9	27,3	1,88	1,001	0	4,95072
Sa	5-7-08 16:48	341	30,4	48,2	92,7	27,4	1,79	1,001	0	4,689432
Sa	5-7-08 16:54	324	30,2	46,5	93,0	28,0	1,60	1,001	0	4,455648
Sa	5-7-08 17:00	305	30,1	43,7	92,8	28,2	1,57	1,001	0	4,19436
Sa	5-7-08 17:06	287	29,9	41,9	92,8	28,7	1,44	1,001	0	3,946824
Sa	5-7-08 17:12	268	29,6	41,0	92,7	28,7	1,36	1,001	0	3,685536
Sa	5-7-08 17:18	251	29,8	40,5	92,6	29,2	1,17	1,001	0	3,451752
Sa	5-7-08 17:24	233	29,7	39,9	92,6	29,1	1,07	1,001	0	3,204216
Sa	5-7-08 17:30	216	29,5	39,8	92,6	29,4	0,96	1,001	0	2,970432
Sa	5-7-08 17:36	198	29,2	39,7	92,5	29,8	0,80	1,001	0	2,722896
Sa	5-7-08 17:42	181	29,2	39,7	92,7	29,9	0,74	1,001	0	2,489112
Sa	5-7-08 17:48	165	29,0	39,2	92,6	30,0	0,68	1,001	0	2,26908
Sa	5-7-08 17:54	148	28,9	38,9	92,5	30,2	0,57	1,001	0	2,035296
Sa	5-7-08 18:00	132	28,7	38,5	92,6	30,4	0,45	1,001	0	1,815264
Sa	5-7-08 18:06	117	28,3	38,4	92,5	30,6	0,40	1,001	0	1,608984
Sa	5-7-08 18:12	101	28,2	38,2	92,4	30,6	0,28	1,001	0	1,388952
Sa	5-7-08 18:18	86	28,1	37,8	92,4	30,6	0,24	1,001	0	1,182672
Sa	5-7-08 18:24	72	27,9	38,0	92,5	30,6	0,20	1,001	0	0,990144
Sa	5-7-08 18:30	61	27,5	38,0	92,6	30,8	0,13	1,001	0	0,838872
Sa	5-7-08 18:36	53	27,2	37,9	92,6	30,9	0,00	0	0	0,728856
Sa	5-7-08 18:42	48	27,2	38,2	92,5	30,9	0,08	1,001	0	0,660096
Sa	5-7-08 18:48	43	27,0	38,1	92,3	30,9	0,07	1,001	0	0,591336
Sa	5-7-08 18:54	38	27,1	37,7	92,4	30,9	0,00	0	0	0,522576
Sa	5-7-08 19:00	34	26,6	38,1	92,5	30,8	0,06	1,001	0	0,467568
Sa	5-7-08 19:06	30	26,2	37,8	92,6	30,9	0,00	0	0	0,41256
Sa	5-7-08 19:12	26	25,9	38,1	92,3	30,9	0,03	1,001	0	0,357552
Sa	5-7-08 19:18	24	25,6	37,7	92,6	31,2	0,00	0	0	0,330048
Sa	5-7-08 19:24	22	25,6	38,1	92,3	31,0	0,03	1,001	0	0,302544
Sa	5-7-08 19:30	19	25,3	37,9	92,2	31,1	0,00	0	0	0,261288

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Sa 5-7-08 19:36		10	25,3	38,0	92,4	31,1	0,00	0	0	0,13752
Sa 5-7-08 19:42		0	24,9	37,9	92,4	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 19:48		0	25,0	37,8	92,4	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 19:54		0	25,0	38,0	92,5	30,9	0,00	1,001	0	0
Sa 5-7-08 20:00		0	24,4	38,0	92,3	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:06		0	24,3	37,7	92,3	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:12		0	24,1	37,6	92,5	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:18		0	23,9	37,2	92,4	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:24		0	23,9	36,0	92,1	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:30		0	23,9	35,7	92,3	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:36		0	23,9	35,2	92,2	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:42		0	24,0	35,1	92,2	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:48		0	24,0	35,1	92,1	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 20:54		0	23,9	35,1	92,2	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:00		0	23,8	35,2	92,2	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:06		0	23,9	34,6	92,2	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:12		0	23,6	34,4	92,0	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:18		0	23,6	34,0	92,1	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:24		0	23,4	33,3	91,9	31,3	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:30		0	23,5	31,6	92,0	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:36		0	22,9	30,8	92,2	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:42		0	23,0	30,7	92,1	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:48		0	23,1	30,0	92,2	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 21:54		0	23,3	29,9	92,0	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:00		0	23,0	30,1	92,0	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:06		0	23,0	29,8	91,9	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:12		0	23,1	29,6	92,0	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:18		0	23,0	29,7	92,2	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:24		0	22,9	29,4	91,9	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:30		0	22,8	28,9	92,1	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:36		0	22,7	28,3	92,0	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:42		0	22,1	28,2	92,1	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:48		0	22,1	27,9	91,7	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 22:54		0	22,3	28,0	91,9	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:00		0	22,0	27,8	92,0	30,9	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:06		0	21,9	27,6	91,7	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:12		0	21,7	27,4	91,8	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:18		0	21,9	26,4	91,9	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:24		0	21,9	26,3	91,8	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:30		0	21,9	25,7	91,6	31,1	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:36		0	21,9	25,4	91,6	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:42		0	22,0	24,4	91,9	31,0	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:48		0	22,1	24,6	91,7	31,2	0,00	0	0	0
Sa 5-7-08 23:54		0	21,7	24,2	91,7	30,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:00		0	22,0	23,9	91,7	31,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:06		0	21,6	23,8	91,6	31,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:12		0	21,3	24,1	91,6	31,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:18		0	21,2	23,9	91,5	31,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:24		0	21,0	23,8	91,7	31,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:30		0	21,1	24,2	91,7	31,2	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:36		0	20,8	24,0	91,6	31,2	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 0:42		0	20,9	24,0	91,5	31,2	0,00	0	0	0

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Do	6-7-08 0:48	0	20,8	23,9	91,7	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 0:54	0	21,0	23,8	91,6	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:00	0	21,2	23,6	91,6	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:06	0	21,1	23,3	91,6	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:12	0	20,9	22,7	91,5	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:18	0	21,0	21,9	91,6	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:24	0	20,7	21,9	91,5	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:30	0	20,2	21,5	91,6	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:36	0	20,4	20,6	91,3	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:42	0	20,2	20,5	91,5	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:48	0	20,1	19,9	91,6	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 1:54	0	20,0	20,1	91,6	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:00	0	19,8	20,2	91,3	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:06	0	19,8	20,0	91,4	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:12	0	20,1	20,2	91,3	31,3	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:18	0	20,1	20,1	91,4	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:24	0	19,9	20,1	91,2	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:30	0	20,1	20,1	91,3	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:36	0	20,0	20,0	91,4	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:42	0	19,8	19,9	91,2	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:48	0	20,0	19,7	91,4	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 2:54	0	20,1	19,3	91,2	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:00	0	20,1	19,4	91,2	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:06	0	19,7	18,9	91,1	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:12	0	20,3	18,3	91,4	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:18	0	20,2	18,1	91,2	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:24	0	19,8	18,1	91,2	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:30	0	19,8	18,2	91,2	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:36	0	19,5	17,8	91,1	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:42	0	19,2	18,0	91,3	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:48	0	19,0	18,0	91,1	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 3:54	0	18,9	18,0	91,2	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:00	0	19,2	18,0	91,2	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:06	0	18,7	18,0	91,2	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:12	0	18,5	17,7	91,1	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:18	0	18,3	18,1	91,2	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:24	0	18,2	17,9	91,3	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:30	0	18,1	18,0	91,1	31,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:36	0	18,0	18,0	90,9	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:42	0	17,8	17,8	90,9	30,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:48	0	17,6	18,1	91,2	31,1	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 4:54	0	17,6	18,0	91,1	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 5:00	0	17,5	18,0	90,8	31,3	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 5:06	0	17,4	18,0	91,2	31,2	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 5:12	2	17,6	18,0	91,0	31,0	0,00	0	0	0,027504
Do	6-7-08 5:18	12	17,9	18,0	90,9	31,1	0,00	0	0	0,165024
Do	6-7-08 5:24	15	17,8	18,2	90,8	31,1	0,00	0	0	0,20628
Do	6-7-08 5:30	18	17,7	17,9	91,0	31,2	0,00	0	0	0,247536
Do	6-7-08 5:36	21	18,0	17,8	91,1	31,1	0,00	0	0	0,288792
Do	6-7-08 5:42	24	18,0	18,1	90,8	31,1	0,00	0	0	0,330048
Do	6-7-08 5:48	27	18,0	18,0	90,9	31,1	0,00	0	0	0,371304
Do	6-7-08 5:54	30	18,2	18,1	90,9	30,9	0,00	0	0	0,41256

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Do	6-7-08 6:00	32	18,0	18,2	90,7	31,1	0,00	0	0	0,440064
Do	6-7-08 6:06	34	18,1	18,1	90,8	31,1	0,00	0	0	0,467568
Do	6-7-08 6:12	36	18,4	18,2	90,8	31,1	0,00	0	0	0,495072
Do	6-7-08 6:18	38	18,6	18,9	90,8	31,0	0,00	0	0	0,522576
Do	6-7-08 6:24	40	18,5	19,4	90,8	31,1	0,00	0	0	0,55008
Do	6-7-08 6:30	47	18,9	20,2	90,7	31,1	0,00	0	0	0,646344
Do	6-7-08 6:36	59	18,8	21,0	90,8	31,2	0,00	0	0	0,811368
Do	6-7-08 6:42	78	18,9	21,7	90,6	31,1	0,00	0	0	1,072656
Do	6-7-08 6:48	93	19,0	23,0	90,8	31,3	0,00	0	0	1,278936
Do	6-7-08 6:54	107	19,2	23,3	90,8	31,1	0,00	0	0	1,471464
Do	6-7-08 7:00	123	19,7	24,0	90,7	31,1	0,00	0	0	1,691496
Do	6-7-08 7:06	139	19,9	24,6	90,5	31,1	0,00	0	0	1,911528
Do	6-7-08 7:12	154	19,8	24,8	90,8	31,2	0,00	0	0	2,117808
Do	6-7-08 7:18	171	20,1	25,5	90,7	31,4	0,00	0	0	2,351592
Do	6-7-08 7:24	187	20,1	26,3	90,5	31,3	0,00	0	0	2,571624
Do	6-7-08 7:30	205	20,1	26,9	90,6	31,3	0,00	0	0	2,81916
Do	6-7-08 7:36	224	20,3	27,8	90,7	31,3	0,00	0	0	3,080448
Do	6-7-08 7:42	240	20,7	28,8	90,5	31,4	0,00	0	0	3,30048
Do	6-7-08 7:48	257	20,8	30,6	90,7	31,4	0,00	0	0	3,534264
Do	6-7-08 7:54	275	20,8	31,5	90,5	31,6	0,00	0	0	3,7818
Do	6-7-08 8:00	293	21,1	34,0	90,7	31,6	0,00	0	0	4,029336
Do	6-7-08 8:06	312	21,2	35,8	90,4	31,6	0,00	0	0	4,290624
Do	6-7-08 8:12	329	21,1	37,9	90,4	32,0	0,00	0	0	4,524408
Do	6-7-08 8:18	348	21,1	40,0	90,6	32,3	1,58	1,001	0	4,785696
Do	6-7-08 8:24	365	21,2	41,2	90,5	32,6	1,74	1,001	0	5,01948
Do	6-7-08 8:30	383	21,6	41,9	90,6	33,0	1,88	1,001	0	5,267016
Do	6-7-08 8:36	400	21,9	42,7	90,6	33,4	1,87	1,001	0	5,5008
Do	6-7-08 8:42	418	21,7	44,1	90,5	33,8	1,98	1,001	0	5,748336
Do	6-7-08 8:48	435	21,8	45,0	90,4	34,0	2,16	1,001	0	5,98212
Do	6-7-08 8:54	452	22,0	45,4	90,6	34,3	2,26	1,001	0	6,215904
Do	6-7-08 9:00	469	22,1	46,8	90,4	34,9	2,48	1,001	0	6,449688
Do	6-7-08 9:06	485	22,1	47,9	90,5	35,4	2,42	1,001	0	6,66972
Do	6-7-08 9:12	501	22,1	49,1	90,6	35,8	2,68	1,001	0	6,889752
Do	6-7-08 9:18	517	22,5	49,6	90,4	36,3	2,68	1,001	0	7,109784
Do	6-7-08 9:24	534	22,9	49,8	90,3	36,5	3,03	1,001	0	7,343568
Do	6-7-08 9:30	550	22,6	50,2	90,4	36,9	3,00	1,001	0	7,5636
Do	6-7-08 9:36	564	22,7	50,0	90,5	37,4	3,25	1,001	0	7,756128
Do	6-7-08 9:42	578	23,1	50,3	90,2	38,0	3,23	1,001	0	7,948656
Do	6-7-08 9:48	592	23,1	50,2	90,3	38,6	3,53	1,001	0	8,141184
Do	6-7-08 9:54	607	23,3	50,1	90,2	39,1	3,57	1,001	0	8,347464
Do	6-7-08 10:00	620	23,7	50,5	90,3	39,6	3,84	1,001	0	8,52624
Do	6-7-08 10:06	633	23,8	51,3	90,3	40,1	3,78	1,001	0	8,705016
Do	6-7-08 10:12	646	24,2	51,9	90,2	40,7	3,91	1,001	0	8,883792
Do	6-7-08 10:18	658	24,0	53,4	90,2	41,5	3,95	1,001	0	9,048816
Do	6-7-08 10:24	670	24,4	53,8	90,3	42,1	4,20	1,001	0	9,21384
Do	6-7-08 10:30	682	24,8	54,7	90,4	42,6	4,38	1,001	0	9,378864
Do	6-7-08 10:36	693	24,6	55,3	90,1	43,1	4,37	1,001	0	9,530136
Do	6-7-08 10:42	703	24,8	56,1	90,4	43,8	4,41	1,001	0	9,667656
Do	6-7-08 10:48	713	25,1	56,6	90,5	44,5	4,42	1,001	0	9,805176
Do	6-7-08 10:54	721	25,1	58,2	90,3	45,0	4,68	1,001	0	9,915192
Do	6-7-08 11:00	730	25,0	59,1	90,2	45,8	4,52	1,001	0	10,03896
Do	6-7-08 11:06	738	25,4	59,2	90,3	46,3	4,76	1,001	0	10,148976

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m2)	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermino	
Do 6-7-08 11:12		745	25,8	59,8	90,3	47,0	4,79	1,001	0	10,24524
Do 6-7-08 11:18		753	26,1	60,1	90,0	47,6	4,96	1,001	0	10,355256
Do 6-7-08 11:24		760	26,0	60,4	90,1	48,1	4,89	1,001	0	10,45152
Do 6-7-08 11:30		767	26,3	60,9	90,3	48,9	5,07	1,001	0	10,547784
Do 6-7-08 11:36		773	26,1	62,1	90,3	49,4	4,95	1,001	0	10,630296
Do 6-7-08 11:42		777	26,9	63,7	90,0	50,0	5,14	1,001	0	10,685304
Do 6-7-08 11:48		781	26,6	66,3	90,2	50,6	4,97	1,001	0	10,740312
Do 6-7-08 11:54		785	27,2	68,0	90,1	51,2	5,00	1,001	0	10,79532
Do 6-7-08 12:00		789	27,3	69,1	90,0	52,0	5,07	1,001	0	10,850328
Do 6-7-08 12:06		792	27,4	69,6	90,2	52,6	5,11	1,001	0	10,891584
Do 6-7-08 12:12		794	27,7	70,3	90,2	53,4	4,99	1,001	0	10,919088
Do 6-7-08 12:18		796	27,7	70,2	90,2	53,9	5,00	1,001	0	10,946592
Do 6-7-08 12:24		795	28,1	70,2	90,2	54,5	5,21	1,001	0	10,93284
Do 6-7-08 12:30		794	27,7	70,0	90,0	55,0	5,07	1,001	0	10,919088
Do 6-7-08 12:36		794	28,1	70,2	89,9	55,7	5,01	1,001	0	10,919088
Do 6-7-08 12:42		795	28,1	70,1	90,0	56,4	5,08	1,001	0	10,93284
Do 6-7-08 12:48		793	28,3	70,0	90,2	57,1	5,19	1,001	0	10,905336
Do 6-7-08 12:54		792	28,6	70,0	89,9	57,6	5,02	1,001	0	10,891584
Do 6-7-08 13:00		789	28,8	70,1	89,8	58,1	4,96	1,001	0	10,850328
Do 6-7-08 13:06		786	29,1	69,7	90,1	58,8	5,17	1,001	0	10,809072
Do 6-7-08 13:12		782	28,9	70,1	89,9	59,7	5,17	1,001	0	10,754064
Do 6-7-08 13:18		777	29,2	69,9	89,8	60,1	4,89	1,001	0	10,685304
Do 6-7-08 13:24		774	29,3	69,9	90,1	60,6	5,06	1,001	0	10,644048
Do 6-7-08 13:30		769	29,1	70,1	89,7	61,3	5,03	1,001	0	10,575288
Do 6-7-08 13:36		763	29,7	70,4	90,0	62,0	4,97	1,001	0	10,492776
Do 6-7-08 13:42		757	29,8	70,4	89,8	62,4	4,72	1,001	0	10,410264
Do 6-7-08 13:48		750	29,8	71,0	89,7	63,1	4,77	1,001	0	10,314
Do 6-7-08 13:54		742	29,9	71,5	89,9	63,8	4,60	1,001	0	10,203984
Do 6-7-08 14:00		734	29,9	73,2	89,9	64,2	4,62	1,001	0	10,093968
Do 6-7-08 14:06		725	30,1	74,1	89,8	64,7	4,45	1,001	0	9,9702
Do 6-7-08 14:12		716	30,1	74,2	89,8	65,1	0,00	0	0	9,846432
Do 6-7-08 14:18		706	30,0	74,7	90,0	65,5	0,00	0	0	9,708912
Do 6-7-08 14:24		697	30,1	75,1	89,8	66,2	0,00	0	0	9,585144
Do 6-7-08 14:30		687	30,4	75,2	89,7	66,8	0,00	0	0	9,447624
Do 6-7-08 14:36		675	30,6	76,0	90,0	67,1	0,00	0	0	9,2826
Do 6-7-08 14:42		664	30,9	76,7	89,9	67,5	0,00	0	0	9,131328
Do 6-7-08 14:48		652	31,1	78,7	89,9	68,0	0,00	0	0	8,966304
Do 6-7-08 14:54		640	31,1	81,9	89,9	68,2	0,00	0	0	8,80128
Do 6-7-08 15:00		628	31,4	85,9	90,1	68,5	0,00	0	0	8,636256
Do 6-7-08 15:06		615	31,1	90,4	89,9	68,6	0,00	0	0	8,45748
Do 6-7-08 15:12		601	31,6	95,3	90,2	68,6	0,00	0	0	8,264952
Do 6-7-08 15:18		586	31,6	97,5	90,4	68,4	2,30	1	0	8,058672
Do 6-7-08 15:24		572	31,6	99,6	90,3	68,6	2,18	1	0	7,866144
Do 6-7-08 15:30		557	31,4	100,9	90,6	68,5	2,10	1	0	7,659864
Do 6-7-08 15:36		542	31,3	101,4	91,2	68,5	1,86	1	0	7,453584
Do 6-7-08 15:42		526	31,3	101,9	91,6	68,3	1,63	1	0	7,233552
Do 6-7-08 15:48		510	30,9	101,4	92,4	68,5	1,48	1	0	7,01352
Do 6-7-08 15:54		494	30,7	100,6	92,8	68,6	1,34	1	0	6,793488
Do 6-7-08 16:00		478	31,1	99,3	93,1	68,3	0,00	0	1	6,573456
Do 6-7-08 16:06		461	30,9	96,6	93,2	68,4	0,00	0	1	6,339672
Do 6-7-08 16:12		461	31,0	93,8	92,9	68,4	0,00	0	0	6,339672
Do 6-7-08 16:18		443	31,1	91,0	93,1	68,4	0,00	0	1	6,092136

Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m <sup>2</sup> )	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermo	
Do 6-7-08 16:24		425	31,0	88,1	93,2	68,3	0,00	0	1	5,8446
Do 6-7-08 16:30		407	30,8	85,8	93,0	68,3	0,00	0	0	5,597064
Do 6-7-08 16:36		389	30,8	84,2	92,9	68,4	0,00	0	0	5,349528
Do 6-7-08 16:42		370	30,1	82,4	93,2	68,5	0,00	0	1	5,08824
Do 6-7-08 16:48		351	30,2	81,6	93,1	68,3	0,00	0	1	4,826952
Do 6-7-08 16:54		333	30,4	80,6	93,2	68,4	0,00	0	1	4,579416
Do 6-7-08 17:00		314	29,9	80,4	93,2	68,4	0,00	0	1	4,318128
Do 6-7-08 17:06		295	29,7	80,2	93,2	68,3	0,00	0	1	4,05684
Do 6-7-08 17:12		293	29,6	80,1	93,3	68,6	0,00	0	1	4,029336
Do 6-7-08 17:18		274	29,9	80,3	93,2	68,5	0,00	0	1	3,768048
Do 6-7-08 17:24		255	29,7	80,3	93,1	68,3	0,00	0	1	3,50676
Do 6-7-08 17:30		236	29,4	79,8	93,1	68,2	0,00	0	0	3,245472
Do 6-7-08 17:36		217	29,3	79,8	93,3	68,5	0,00	0	0	2,984184
Do 6-7-08 17:42		198	28,8	80,2	93,0	68,6	0,00	0	1	2,722896
Do 6-7-08 17:48		180	28,8	79,7	93,0	68,2	0,00	0	0	2,47536
Do 6-7-08 17:54		162	28,9	79,9	92,9	68,3	0,00	0	0	2,227824
Do 6-7-08 18:00		144	28,8	79,0	92,9	68,5	0,00	0	0	1,980288
Do 6-7-08 18:06		127	28,4	78,1	93,0	68,2	0,00	0	0	1,746504
Do 6-7-08 18:12		111	28,2	76,7	93,0	68,2	0,00	0	0	1,526472
Do 6-7-08 18:18		94	28,2	74,5	93,3	68,2	0,00	0	0	1,292688
Do 6-7-08 18:24		79	28,0	72,1	93,0	68,3	0,00	0	0	1,086408
Do 6-7-08 18:30		66	27,7	69,8	93,0	68,5	0,00	0	0	0,907632
Do 6-7-08 18:36		58	27,2	67,6	93,0	68,3	0,00	0	0	0,797616
Do 6-7-08 18:42		52	27,2	65,4	92,9	68,3	0,00	0	0	0,715104
Do 6-7-08 18:48		47	26,8	62,7	93,0	68,3	0,00	0	0	0,646344
Do 6-7-08 18:54		42	26,8	60,8	92,9	68,1	0,00	0	0	0,577584
Do 6-7-08 19:00		37	26,8	58,4	92,9	68,4	0,00	0	0	0,508824
Do 6-7-08 19:06		32	26,4	56,6	93,1	68,2	0,00	0	0	0,440064
Do 6-7-08 19:12		29	26,3	54,7	93,1	68,2	0,00	0	0	0,398808
Do 6-7-08 19:18		26	25,8	53,1	93,1	68,1	0,00	0	0	0,357552
Do 6-7-08 19:24		24	25,6	51,2	92,7	68,2	0,00	0	0	0,330048
Do 6-7-08 19:30		21	25,6	49,2	92,8	68,2	0,00	0	0	0,288792
Do 6-7-08 19:36		11	25,3	47,8	92,9	68,2	0,00	0	0	0,151272
Do 6-7-08 19:42		0	24,9	46,4	93,0	68,3	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 19:48		0	25,0	45,0	93,0	68,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 19:54		0	24,7	43,8	93,0	68,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:00		0	24,4	42,8	92,8	68,2	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:06		0	24,5	41,4	92,9	68,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:12		0	24,2	40,4	92,8	67,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:18		0	24,0	39,6	92,8	67,8	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:24		0	23,9	38,3	92,8	67,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:30		0	24,1	38,0	92,6	67,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:36		0	24,2	37,1	92,7	68,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:42		0	23,9	36,5	92,6	68,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:48		0	23,9	36,4	92,8	67,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 20:54		0	24,2	36,0	92,6	68,0	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:00		0	23,9	35,6	92,6	67,9	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:06		0	24,0	35,4	92,8	68,1	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:12		0	23,6	35,1	92,5	67,8	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:18		0	23,5	35,0	92,7	67,8	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:24		0	23,4	34,6	92,8	67,8	0,00	0	0	0
Do 6-7-08 21:30		0	23,3	34,3	92,4	67,9	0,00	0	0	0



Datos detallados de 4 días

Fecha y hora		Datos						Uso		Energía campo solar (kWh)
Día y hora		Radiación (W/m <sup>2</sup> )	T amb (°C)	T colector (°C)	T dep 1 (°C)	T dep 2 (°C)	Energía captada (kWh)	Bomba	Aerotermo	
Do	6-7-08 21:36	0	23,2	33,8	92,5	68,0	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 21:42	0	23,1	33,6	92,4	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 21:48	0	23,1	33,2	92,7	67,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 21:54	0	23,1	32,8	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:00	0	23,0	32,6	92,7	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:06	0	23,0	31,7	92,7	67,9	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:12	0	22,8	31,3	92,6	67,8	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:18	0	23,0	30,9	92,5	67,8	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:24	0	22,9	30,5	92,6	67,6	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:30	0	22,9	30,1	92,5	67,8	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:36	0	22,5	29,8	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:42	0	22,3	29,4	92,6	67,8	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:48	0	22,1	29,4	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 22:54	0	22,3	28,7	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:00	0	22,0	28,4	92,6	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:06	0	21,7	27,9	92,6	67,5	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:12	0	21,8	27,7	92,4	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:18	0	21,7	27,0	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:24	0	22,0	26,6	92,4	67,8	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:30	0	21,9	26,0	92,3	67,4	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:36	0	21,9	25,8	92,5	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:42	0	21,8	25,7	92,4	67,7	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:48	0	22,3	25,3	92,3	67,5	0,00	0	0	0
Do	6-7-08 23:54	0	21,8	25,1	92,3	67,6	0,00	0	0	0

## **Anexo 6**

---

Día			Radiación kWh/m2	Radiación kWh	Tmax °C	Aportado solar kWh	Rend %	Energ recuperad a	E total instalacio n	Energía nec D1	Energía nec D2	Energía nec TOT
31/03/2008	1	Lu	2,419	332,612	47,8	193,869	58,3%	247,0384	440,908	491,7306	332,0778	823,8083
01/04/2008	2	Ma	3,835	527,397	55,2	289,102	54,8%	233,2649	522,367	491,7306	332,0778	823,8083
02/04/2008	3	Mi	6,147	845,329	70,0	458,563	54,2%	246,8153	705,378	491,7306	332,0778	823,8083
03/04/2008	4	Ju	6,943	954,836	80,1	487,455	51,1%	253,3539	740,808	491,7306	332,0778	823,8083
04/04/2008	5	Vi	5,371	738,641	62,0	406,296	55,0%	242,3687	648,665	491,7306	332,0778	823,8083
05/04/2008	6	Sa	6,957	956,721	94,2	299,333	31,3%	0	299,333	0	0	0
06/04/2008	7	Do	3,324	457,095	101,1	142,696	31,2%	0	142,696	0	0	0
07/04/2008	1	Lu	4,022	553,151	61,2	310,356	56,1%	0	310,356	491,7306	332,0778	823,8083
08/04/2008	2	Ma	4,096	563,279	58,9	354,611	63,0%	242,13	596,741	491,7306	332,0778	823,8083
09/04/2008	3	Mi	5,726	787,438	70,6	438,667	55,7%	210,7176	649,384	491,7306	332,0778	823,8083
10/04/2008	4	Ju	6,659	915,707	76,0	462,594	50,5%	232,8334	695,428	491,7306	332,0778	823,8083
11/04/2008	5	Vi	3,590	493,667	50,9	284,909	57,7%	262,0991	547,008	491,7306	332,0778	823,8083
12/04/2008	6	Sa	2,778	382,077	60,0	167,005	43,7%	0	167,005	0	0	0
13/04/2008	7	Do	6,529	897,804	97,4	237,648	26,5%	0	237,648	0	0	0
14/04/2008	1	Lu	7,301	1004,038	85,2	430,752	42,9%	0	430,752	491,7306	332,0778	823,8083
15/04/2008	2	Ma	7,245	996,330	81,6	460,882	46,3%	247,6309	708,513	491,7306	332,0778	823,8083
16/04/2008	3	Mi	7,602	1045,419	81,6	486,471	46,5%	239,5786	726,050	491,7306	332,0778	823,8083
17/04/2008	4	Ju	6,955	956,395	74,8	504,202	52,7%	212,708	716,910	491,7306	332,0778	823,8083
18/04/2008	5	Vi	6,650	914,543	71,7	472,385	51,7%	223,4457	695,831	491,7306	332,0778	823,8083
19/04/2008	6	Sa	6,011	826,616	92,1	261,192	31,6%	0	261,192	0	0	0
20/04/2008	7	Do	6,448	886,677	103,7	244,895	27,6%	0	244,895	0	0	0
21/04/2008	1	Lu	6,733	925,952	77,8	450,730	48,7%	0	450,730	491,7306	332,0778	823,8083
22/04/2008	2	Ma	2,638	362,754	42,7	196,831	54,3%	212,8796	409,711	491,7306	332,0778	823,8083
23/04/2008	3	Mi	2,275	312,860	38,9	182,979	58,5%	246,1157	429,095	491,7306	332,0778	823,8083
24/04/2008	4	Ju	3,384	465,315	46,8	230,300	49,5%	216,2664	446,566	491,7306	332,0778	823,8083
25/04/2008	5	Vi	4,243	583,450	53,5	279,421	47,9%	258,7668	538,188	491,7306	332,0778	823,8083
26/04/2008	6	Sa	6,070	834,713	84,0	273,289	32,7%	0	273,289	0	0	0
27/04/2008	7	Do	6,665	916,572	101,2	270,417	29,5%	0	270,417	0	0	0
28/04/2008	1	Lu	6,134	843,524	74,9	389,132	46,1%	0	389,132	491,7306	332,0778	823,8083
29/04/2008	2	Ma	7,350	1010,782	78,6	498,925	49,4%	226,0582	724,983	491,7306	332,0778	823,8083
30/04/2008	3	Mi	6,190	851,265	65,9	372,409	43,7%	230,1073	602,516	491,7306	332,0778	823,8083
01/05/2008	4	Ju	2,103	289,183	38,1	95,687	33,1%	213,0784	308,766	491,7306	332,0778	823,8083
02/05/2008	5	Vi	2,097	288,365	39,7	134,494	46,6%	236,4722	370,966	491,7306	332,0778	823,8083
03/05/2008	6	Sa	2,618	360,079	55,0	127,164	35,3%	0	127,164	0	0	0
04/05/2008	7	Do	6,696	920,846	94,6	346,180	37,6%	0	346,180	0	0	0
05/05/2008	1	Lu	3,806	523,370	54,6	278,483	53,2%	0	278,483	491,7306	332,0778	823,8083
06/05/2008	2	Ma	3,547	487,787	58,3	300,370	61,6%	235,0614	535,431	491,7306	332,0778	823,8083
07/05/2008	3	Mi	7,331	1008,158	84,4	506,127	50,2%	258,8194	764,946	491,7306	332,0778	823,8083
08/05/2008	4	Ju	7,476	1028,032	81,8	503,309	49,0%	247,2659	750,574	491,7306	332,0778	823,8083
09/05/2008	5	Vi	6,386	878,143	74,2	422,741	48,1%	228,036	650,777	491,7306	332,0778	823,8083
10/05/2008	6	Sa	3,686	506,861	82,5	151,388	29,9%	0	151,388	0	0	0
11/05/2008	7	Do	6,864	943,878	104,2	232,799	24,7%	0	232,799	0	0	0
12/05/2008	1	Lu	7,106	977,238	83,0	440,160	45,0%	0	440,160	491,7306	332,0778	823,8083
13/05/2008	2	Ma	6,247	859,139	72,7	404,225	47,1%	242,7228	646,948	491,7306	332,0778	823,8083
14/05/2008	3	Mi	7,288	1002,255	76,8	471,022	47,0%	227,0049	698,027	491,7306	332,0778	823,8083
15/05/2008	4	Ju	4,241	583,182	53,6	306,252	52,5%	221,1679	527,420	491,7306	332,0778	823,8083
16/05/2008	5	Vi	5,999	824,935	70,8	415,630	50,4%	267,8435	683,473	491,7306	332,0778	823,8083
17/05/2008	6	Sa	5,910	812,692	91,8	260,037	32,0%	0	260,037	0	0	0
18/05/2008	7	Do	7,167	985,658	102,2	281,167	28,5%	0	281,167	0	0	0
19/05/2008	1	Lu	6,822	938,151	81,3	411,311	43,8%	0	411,311	491,7306	332,0778	823,8083
20/05/2008	2	Ma	5,535	761,133	67,1	378,574	49,7%	234,16	612,734	491,7306	332,0778	823,8083
21/05/2008	3	Mi	4,802	660,336	65,5	342,416	51,9%	216,1561	558,572	491,7306	332,0778	823,8083
22/05/2008	4	Ju	5,311	730,328	66,9	366,704	50,2%	249,0412	615,745	491,7306	332,0778	823,8083
23/05/2008	5	Vi	7,266	999,245	80,7	507,865	50,8%	212,3134	720,179	491,7306	332,0778	823,8083
24/05/2008	6	Sa	7,347	1010,314	103,1	332,852	32,9%	0	332,852	0	0	0
25/05/2008	7	Do	7,072	972,510	102,7	268,824	27,6%	0	268,824	0	0	0
26/05/2008	1	Lu	6,806	935,929	81,6	456,707	48,8%	0	456,707	491,7306	332,0778	823,8083
27/05/2008	2	Ma	2,698	370,962	49,5	191,637	51,7%	269,0645	460,701	491,7306	332,0778	823,8083
28/05/2008	3	Mi	3,897	535,979	55,2	293,910	54,8%	244,9816	538,892	491,7306	332,0778	823,8083
29/05/2008	4	Ju	5,927	815,021	73,3	443,625	54,4%	229,862	673,487	491,7306	332,0778	823,8083
30/05/2008	5	Vi	5,166	710,437	71,2	409,476	57,6%	229,5019	638,978	491,7306	332,0778	823,8083

Día		Radiación kWh/m2	Radiación kWh	Tmax °C	Aportado solar kWh	Rend %	Energ recuperad a	E total instalacio n	Energía nec D1	Energía nec D2	Energía nec TOT
02/06/2008	1 Lu	6,790	933,719	84,5	451,251	48,3%	0	451,251	491,7306	332,0778	823,8083
03/06/2008	2 Ma	6,680	918,624	77,1	456,766	49,7%	246,1831	702,949	491,7306	332,0778	823,8083
04/06/2008	3 Mi	3,267	449,268	56,0	233,527	52,0%	247,3135	480,840	491,7306	332,0778	823,8083
05/06/2008	4 Ju	4,268	586,941	63,5	285,142	48,6%	261,1356	546,277	491,7306	332,0778	823,8083
06/06/2008	5 Vi	1,776	244,185	37,3	120,117	49,2%	261,1677	381,284	491,7306	332,0778	823,8083
07/06/2008	6 Sa	7,089	974,920	88,9	401,603	41,2%	0	401,603	0	0	0
08/06/2008	7 Do	4,994	686,758	94,2	219,165	31,9%	0	219,165	0	0	0
09/06/2008	1 Lu	6,207	853,648	74,3	382,143	44,8%	0	382,143	491,7306	332,0778	823,8083
10/06/2008	2 Ma	6,888	947,210	76,9	466,253	49,2%	237,5585	703,812	491,7306	332,0778	823,8083
11/06/2008	3 Mi	5,627	773,833	68,5	383,181	49,5%	269,2764	652,458	491,7306	332,0778	823,8083
12/06/2008	4 Ju	6,058	833,121	72,6	427,036	51,3%	251,3581	678,395	491,7306	332,0778	823,8083
13/06/2008	5 Vi	3,970	545,902	57,4	309,282	56,7%	231,3433	540,625	491,7306	332,0778	823,8083
14/06/2008	6 Sa	6,059	833,294	86,5	254,302	30,5%	0	254,302	0	0	0
15/06/2008	7 Do	6,238	857,852	102,3	262,232	30,6%	0	262,232	0	0	0
16/06/2008	1 Lu	6,910	950,312	85,0	423,244	44,5%	0	423,244	491,7306	332,0778	823,8083
17/06/2008	2 Ma	6,681	918,807	82,0	431,246	46,9%	252,0525	683,299	491,7306	332,0778	823,8083
18/06/2008	3 Mi	7,209	991,371	80,8	475,582	48,0%	263,3476	738,929	491,7306	332,0778	823,8083
19/06/2008	4 Ju	6,990	961,248	80,1	492,319	51,2%	226,8489	719,168	491,7306	332,0778	823,8083
20/06/2008	5 Vi	6,740	926,919	80,1	487,573	52,6%	223,72	711,293	491,7306	332,0778	823,8083
21/06/2008	6 Sa	6,779	932,216	102,1	299,071	32,1%	0	299,071	0	0	0
22/06/2008	7 Do	6,854	942,554	103,9	247,998	26,3%	0	247,998	0	0	0
23/06/2008	1 Lu	5,333	733,440	76,3	383,979	52,4%	0	383,979	491,7306	332,0778	823,8083
24/06/2008	2 Ma	6,611	909,139	81,9	474,840	52,2%	245,571	720,411	491,7306	332,0778	823,8083
25/06/2008	3 Mi	7,014	964,584	83,7	505,839	52,4%	224,3444	730,184	491,7306	332,0778	823,8083
26/06/2008	4 Ju	6,888	947,303	81,7	486,296	51,3%	223,8108	710,107	491,7306	332,0778	823,8083
27/06/2008	5 Vi	6,788	933,515	82,6	488,126	52,3%	219,491	707,618	491,7306	332,0778	823,8083
28/06/2008	6 Sa	5,656	777,813	100,6	247,457	31,8%	0	247,457	0	0	0
29/06/2008	7 Do	4,266	586,642	102,1	185,089	31,6%	0	185,089	0	0	0
30/06/2008	1 Lu	3,177	436,962	54,7	246,582	56,4%	0	246,582	491,7306	332,0778	823,8083
01/07/2008	2 Ma	6,809	936,422	80,3	497,906	53,2%	221,0041	718,911	491,7306	332,0778	823,8083
02/07/2008	3 Mi	6,045	831,376	73,0	408,471	49,1%	247,4199	655,890	491,7306	332,0778	823,8083
03/07/2008	4 Ju	5,995	824,372	85,0	452,017	54,8%	232,9781	684,995	491,7306	332,0778	823,8083
04/07/2008	5 Vi	4,427	608,856	70,1	344,796	56,6%	244,3351	589,131	491,7306	332,0778	823,8083
05/07/2008	6 Sa	5,834	802,289	100,4	269,784	33,6%	0	269,784	0	0	0
06/07/2008	7 Do	6,178	849,638	101,7	265,521	31,3%	0	265,521	0	0	0
07/07/2008	1 Lu	4,784	657,849	68,0	318,978	48,5%	0	318,978	491,7306	332,0778	823,8083
08/07/2008	2 Ma	6,193	851,652	83,9	421,917	49,5%	218,4049	640,321	491,7306	332,0778	823,8083
09/07/2008	3 Mi	7,139	981,747	65,4	501,904	51,1%	243,0695	744,974	491,7306	332,0778	823,8083
10/07/2008	4 Ju	6,262	861,169	77,7	465,727	54,1%	267,6195	733,347	491,7306	332,0778	823,8083
11/07/2008	5 Vi	6,129	842,822	79,5	488,854	58,0%	225,3762	714,230	491,7306	332,0778	823,8083
12/07/2008	6 Sa	6,905	949,534	100,9	307,447	32,4%	0	307,447	0	0	0
13/07/2008	7 Do	6,933	953,425	102,1	253,106	26,5%	0	253,106	0	0	0
14/07/2008	1 Lu	6,587	905,889	86,6	444,821	49,1%	0	444,821	491,7306	332,0778	823,8083
15/07/2008	2 Ma	6,096	838,328	77,7	394,307	47,0%	229,635	623,942	491,7306	332,0778	823,8083
16/07/2008	3 Mi	6,200	852,635	73,3	409,815	48,1%	266,8268	676,642	491,7306	332,0778	823,8083
17/07/2008	4 Ju	6,754	928,813	79,5	481,556	51,8%	236,4922	718,048	491,7306	332,0778	823,8083
18/07/2008	5 Vi	6,068	834,492	74,1	395,865	47,4%	258,2374	654,103	491,7306	332,0778	823,8083
19/07/2008	6 Sa	7,173	986,482	102,1	307,869	31,2%	0	307,869	0	0	0
20/07/2008	7 Do	5,715	785,984	100,8	234,857	29,9%	0	234,857	0	0	0
21/07/2008	1 Lu	6,881	946,250	87,5	443,865	46,9%	0	443,865	491,7306	332,0778	823,8083
22/07/2008	2 Ma	5,694	783,036	75,0	366,536	46,8%	266,8129	633,349	491,7306	332,0778	823,8083
23/07/2008	3 Mi	3,300	453,840	55,0	284,156	62,6%	226,8406	510,996	491,7306	332,0778	823,8083
24/07/2008	4 Ju	3,897	535,931	59,3	289,922	54,1%	236,7113	526,634	491,7306	332,0778	823,8083
25/07/2008	5 Vi	6,230	856,807	77,7	436,545	51,0%	246,0552	682,600	491,7306	332,0778	823,8083
26/07/2008	6 Sa	6,814	937,121	101,0	289,761	30,9%	0	289,761	0	0	0
27/07/2008	7 Do	6,333	870,920	101,6	249,756	28,7%	0	249,756	0	0	0
28/07/2008	1 Lu	6,265	861,611	81,2	408,060	47,4%	0	408,060	491,7306	332,0778	823,8083
29/07/2008	2 Ma	5,810	799,031	72,4	422,039	52,8%	258,0783	680,117	491,7306	332,0778	823,8083
30/07/2008	3 Mi	3,570	490,994	55,0	277,181	56,5%	252,8131	529,994	491,7306	332,0778	823,8083
31/07/2008	4 Ju	6,611	909,084	81,2	484,993	53,3%	253,6806	738,673	491,7306	332,0778	823,8083
01/08/2008	5 Vi	6,903	949,335	82,1	455,886	48,0%	213,4165	669,302	491,7306	332,0778	823,8083

Día			Radiación kWh/m2	Radiación kWh	Tmax °C	Aportado solar kWh	Rend %	Energ recuperad a	E total instalacio n	Energía nec D1	Energía nec D2	Energía nec TOT
04/08/2008	1	Lu	6,318	868,892	83,9	424,624	48,9%	0	424,624	491,7306	332,0778	823,8083
05/08/2008	2	Ma	5,086	699,434	67,1	304,957	43,6%	215,6049	520,562	491,7306	332,0778	823,8083
06/08/2008	3	Mi	5,622	773,186	71,5	362,251	46,9%	220,1407	582,392	491,7306	332,0778	823,8083
07/08/2008	4	Ju	6,501	893,980	77,7	422,463	47,3%	252,6531	675,116	491,7306	332,0778	823,8083
08/08/2008	5	Vi	6,550	900,815	79,5	415,350	46,1%	265,9721	681,322	491,7306	332,0778	823,8083
09/08/2008	6	Sa	6,193	851,722	102,2	307,779	36,1%	0	307,779	0	0	0
10/08/2008	7	Do	5,988	823,501	101,6	240,977	29,3%	0	240,977	0	0	0
11/08/2008	1	Lu	5,082	698,942	71,5	320,993	45,9%	0	320,993	491,7306	332,0778	823,8083
12/08/2008	2	Ma	5,598	769,784	73,3	434,384	56,4%	252,1631	686,547	491,7306	332,0778	823,8083
13/08/2008	3	Mi	6,508	894,989	72,4	504,646	56,4%	268,2571	772,903	491,7306	332,0778	823,8083